

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет електроніки
Кафедра електронних приладів та пристроїв**

«На правах рукопису»
УДК 614.8_____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.

_____ Л.Д. Писаренко
“ ” _____ 2019 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 171 –Електроніка
Спеціалізація «Електронні прилади та пристрої»**

на тему: **« Електронна охоронна система»**

Виконав:

Студент 6 курсу, гр. ДЕ-381мп **Михайленко Олександр Миколайович**_____

Науковий керівник:

Доцент, канд. техн. наук

Михайлов С.Р. _____

Рецензент:

Доцент кафедри звукотехніки і реєстрації інформації,

Лазебний В.С. _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

Київ – 2019

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) _____ Е л е к т р о н і к и

Кафедра _____ Електронні прилади та пристрої

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – **171– Електроніка (Електронні прилади та пристрої)**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.

_____ Л.Д. Писаренко
«___» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Михайленку Олександр Миколайовичу

1. Тема дисертації «Електронна охоронна система»

і науковий керівник дисертації Михайлов Сергій Ростиславович, доцент, к.т.н.
затверджені наказом по університету від «___» _____ 2019 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації: «___» _____ 2019 р.

3. Об'єкт дослідження: Електронна охоронна система

4. Предмет дослідження: На базі порівняльного огляду науково-технічної літератури щодо конструктивних особливостей та методів фізико-математичного моделювання електронних датчиків руху розробити гібридний пристрій з його функціональними можливостями, параметрами та характеристиками.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Огляд науково-технічної літератури по функціональним пристроям електронних датчиків руху та методам їх синтезу; фізико-математичні моделі, методики інженерного розрахунку пристрою, розрахунок параметрів та моделювання електричної принципової схеми з фотошаблоном

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Функціональні схеми пристроїв СВЧ, ІЧ, УЗ, ДРС - датчиків; презентація.

7. Дата видачі завдання : 01.09.2019

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Огляд науково-технічної літератури по типам датчиків руху	05.09.2019	
2.	Розробка функціональної схеми електронних датчиків руху	20.10.2019	
3.	Розрахунок та моделювання гібридного датчика руху	20.11.2019	
4.	Оформлення пояснювальної записки, креслення та презентації. Підготовка доповіді.	16.12.2019	

Студент гр. ДЕ-381мп

О.М. Михайленко

Науковий керівник дисертації

С.Р. Михайлов

[illegible]

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської дисертації

на тему:

«Електронна охоронна система»

Київ-2019

РЕФЕРАТ

Електронна охоронна система / Магістерська дисертація зі спеціальності **171– Електроніка** спеціалізації «**Електронні прилади та пристрої**». **Михайленко Олександр Миколайович**. «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Факультет електроніки, кафедра електронних приладів та пристроїв. Група ДЕ-381мп. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. –110 с., іл. 51, табл. 7.

Ключові слова: мікрохвильовий датчик руху; датчик розбиття скла; таймер NE555; автодин; ультразвуковий детектор, магнітоконтатний сповіщувач, шлейф сигналізації, охоронна зона

Короткий зміст роботи: В магістерській атестаційній роботі представлено огляд науково-технічної літератури по електронних датчиках руху які в теперішній час представлені широкою номенклатурою пристроїв: СВЧ, ІЧ, УЗ типами детекції та їх комбінації

Розглянуто варіанти побудови моделі гібридного датчика руху. Найпоширеніші у застосуванні є ІЧ та СВЧ датчики руху. В них є свої недоліки стосовно один одного, а тому кваліфікована побудова гібридного датчика руху спростує недоліки обох варіантів

Представлено методику розрахунку пристрою, його моделювання з подальшим виготовленням фотошаблону.

А Н О Т А Ц І Я

З розвитком криміногенної ситуації та техніки виник великий інтерес до різноманітних методів захисту майна та здоров'я людей. Життєву роль у цьому плані відіграють електронні системи охорони. Особливо найбільш розповсюджені електронні датчики руху різних типів.

У поданій роботі виконано синтез гібридного датчика та його моделювання у ПЗ «Proteus», з подальшим виготовленням друкованої плати, зроблено розрахунок надійності синтезованого пристрою в надзвичайних умовах

Виконано огляд науково-технічної літератури по електронним датчиках руху. Наведено обґрунтування обраних типів датчиків для їх комбінації. Земульовано два режими роботи гібридного датчика руху при спрацюванні та режимі очікування

S U M M A R Y

With increasing of criminogenic situation and development of technology, there was a great interest in various methods of protection of property and human health. Electronic security systems have a vital role in this regard. Especially the most common electronic motion sensors of different types.

In the given work the synthesis of the hybrid sensor and its modeling was performed in the software "Proteus", with subsequent manufacture of the PCB, the reliability of the synthesized device in emergency conditions was calculated

The scientific and technical literature on electronic motion sensors has been reviewed. The justification of the selected types of sensors for their combination is given. Two modes of operation of the hybrid motion sensor at trip and standby is done

Зміст

ВСТУП	11
1. ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ПО ЕЛЕКТРОННИМ ДАТЧИКАМ РУХУ	14
1.1 Передумови виникнення систем охорони.....	14
1.2 Різновиди електронних засобів охорони.....	15
1.3 Датчики руху.....	26
1.3.1 Інфрачервоний датчик руху.....	26
1.3.2 НВЧ датчик руху	30
1.3.3 Ультразвуковий датчик руху	31
1.3.4 Гібридні датчики руху	39
1.4 Порівняльні характеристики та параметри датчиків руху	40
1.5 Модуль зв'язку по радіоканалу з ППКО	46
1.6 Способи підключення датчиків руху.....	50
1.7 Правила розташування датчиків руху	53
Висновки до 1-го розділу.....	55
2. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ	56
2.1 Розробка структурної схеми гібридного датчика руху.....	56
2.1.1 Схема НВЧ датчика.....	57
2.3.1 Синтез СВЧ частини гібридного датчика руху	62
2.3.2 Синтез ІЧ частини гібридного датчика руху	66
2.4 Вибір елементної бази гібридного датчика руху.....	72
2.5 Опис базових логічних елементів, що застосовуються при розробці схеми	72
2.6 Опис електронних компонентів, що застосовуються при проектуванні гібридного датчика руху.....	74
Висновки до 2-го розділу.....	85
3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	86
3.1 Загальний метод оцінки надійності радіоелектронної апаратури	86
3.2 Розрахунок надійності приладу, що розробляється	87
Висновки до 3-го розділу.....	93
4. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	94
4.1 Технологічний процес виготовлення друкованої плати	94
4.2 Виготовлення друкованої плати гібридного датчика руху	97

					МРП.171.081.005 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Електронна охоронна система	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Михайленко О					8	110
Перевір.		Михайлов С.Р				КПІ ім. І. Сікорського, ФЕЛ, Гр. ДЕ-381мп		
Реценз.								
Н. Контр.		Чадюк. В.О.						
Затверд.		Писаренко Л.Д						

Висновки до 4-го розділу.....	100
5. Startup проект моделі гібридного датчика руху	101
ВИСНОВКИ.....	103
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	106
ДОДАТОК А	109
ДОДАТОК Б.....	110
ДОДАТОК В	111
ДОДАТОК Г	112
ДОДАТОК Д	113

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

ІЧ-	інфрачервоний
ДРС-	детектор розбиття скла
ТВС-	телевізійна система спостереження
НВЧ-	надвисокочастотний
ВЧФ-	високочастотний фільтр
ОП-	операційний підсилювач
ППС-	підсилювач постійного струму
НЧ-	низькі частоти
ФМ-	фазова модуляція
ЧМ-	частотна модуляція
ШІМ-	широтно-імпульсна модуляція
ЧС-	частотна смуга
ККД-	коефіцієнт корисної дії
УЗ-	ультразвуковий
ПЦС	пульт централізованого спостереження
ГШР	група швидкого реагування
ІМ-	інтегральна мікросхема
GSM	Global System for Mobile Communications
РЕА-	радіоелектронна апаратура
ЛПТ-	лазерно-праскова технологія
ППКО	прилад приймально контрольний охоронний
СКВД	системи контролю відділеним доступом
USB	універсальна послідовна шина

ВСТУП

Криміногенна ситуація з плином часу не стає кращою. В зв'язку з цим в наш час варто кожному особисто піклуватися про власну безпеку не розраховуючи на компетентність правоохоронних органів. Для вирішення питань безпеки особистого майна стануть у нагоді електронні системи охорони, пристрої обмеження доступу, сповіщувачі та сигналізація. Застосування систем охорони оминає людський фактор. Фізична охорона, як така, складається з людей, яким властиві голод, наявність шкідливих звичок, втома, чутливість до метеоситуації (холод чи спека).

Використання електронних систем охорони забезпечує майже миттєве реагування на потенційно-зловмисну подію, що трапилася на об'єкті, який знаходиться під охороною. Своєчасно отримана інформація дозволяє зводити наслідки будь-яких надзвичайних подій до мінімуму, а головне зберігати життя людей і їхнє майно.

Нажаль, пожежі, стихійні явища природи, антропогенні катастрофи, теракти становляться буденним явищем сучасного життя. З стрімким розвитком систем охорони, стрімко розвиваються способи обходу та злому таких систем. У ході прогресу та регресу виникає ситуація перегонів, тому на будь-який охоронний метод рано чи пізно з'являється контр-метод злочинних дій.

Ця задача вирішується при використанні комплексних систем безпеки, які передають тривожні події на ПЦС відповідних служб паралельно висилаючи групу реагування ГШР та повідомляючи власника майна про лихо, що трапилось.

Основна задача систем безпеки полягає у оперативній реакції та сповіщенні клієнтів та правоохоронних органів про зловмисні дії, наприклад проникнення до житлового будинку, пограбування, натиск тривожної кнопки. Для виконання таких задач використовується грамотний підхід щодо вибору оснащення об'єкту надійними пристроями сигналізації.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Досить поширені автономні сигналізації, метою яких є відлякування правопорушників та локальне оповіщення завдяки застосуванню сирен та/або передача тривожних повідомлень на мобільний телефон по GSM-каналі. Варто зазначити, що системи сигналізації оповіщають про незаконне перебування на території, що контролюється майже миттєво.

Для зчитування тривожної інформації слугують датчики (інфрачервоні, ультразвукові і радіохвильові датчики руху, магнітні датчики відкриття дверей і вікон, акустичні датчики розбиття скла, датчики удару, тривожні кнопки і т.д.). Серце охоронної системи (базовий блок) зчитує всю інформацію, що надходить з датчиків та передає її до ПЦС. Якщо на охоронній території є домашні улюбленці значно менші за людину, то датчик можна відкалібрувати, знизивши чутливість або поставити режим нижньої відсічки, щоб датчик не сприймав деякий об'єм від підлоги. Кваліфікований підхід щодо розміщення датчиків та компетентний вибір дозволить передбачити всі потенціальні тривожні ситуації на об'єкті, що охороняється та сприятиме збереженню майна та здоров'я, подекуди, іноді життя і здоров'я клієнта. Системи безпеки у комплексі з системами відеоспостереження підсилять надійність захисту від зловмисників та надзвичайних ситуацій. Такий комплексний підхід з різними ступенями складності будується на основі однотипних пристроїв.

У ході вирішення технічних завдань безпеки спочатку варто обрати основні параметри пристроїв, які забезпечуватимуть достатню надійність виконання охоронних функцій. Типова охоронна система на об'єктах включає: сповіщувачі, датчики різних типів, ППКО, відеоспостереження, СКВД. Головною особливістю датчиків охоронних систем є реєстрація, в більшості випадків, неелектричних величин. У ході обробки яких, вони перетворюються в еквівалентні електричні. Зазвичай, це логічна «1» або «0», тобто чи спрацював датчик, та чи видав він сигнал до ППКО?

Вимірювання таких величин досить непросте завдання. При цьому датчики забезпечуватимуть задовільну достовірність та надійність власного

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

функціонування, а також запобігання хибним спрацюванням. Надійність забезпечується цифровою обробкою сигналів.

В охоронних системах датчики можуть об'єднувати в «зони». Зона – логічна сукупність датчиків, що охороняють певну частину об'єкту. На ПЦС тривожну подію можна визначити за локалізацією з точністю до зони. У свою чергу декілька зон можливо об'єднати в «групу». Група – логічна сукупність зон, яка створена для зручності керування охоронною системою на об'єкті, наприклад у випадку, коли необхідно поставити під охорону лише частину території, що охороняється

В охоронних системах використовуються наступні типи пристроїв: датчики руху (активні/пасивні), ДРС, герконові (СМК), фотоелектричні, вібродатчики, температури, вологості (затоплення), газові (пари).

В даній дипломній роботі пропонується розглянути принципи дії різних типів датчиків та більш детально зупинитися на електронних датчиках руху, запропонувати шляхи їх вдосконалення у ході вивчення матеріалу, а також синтезувати власний гібридний датчик руху, що дозволить ефективніше використовувати їх функціонал зі зменшеною ймовірністю хибного спрацювання та можливістю використовувати як у провідній, так і бездротовій охоронних системах.

Датчики руху мають досить широке застосування в різних сферах людської діяльності, модернізація таких пристроїв необхідна для розширення їх функціоналу та забезпечення надійної роботи як в охоронних системах, так і в інших комбінованих електронних комплексах. Виходячи з висновків вищенаведеного, ця тема є досить актуальною.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1. ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ПО ЕЛЕКТРОННИМ ДАТЧИКАМ РУХУ

1.1 Передумови виникнення систем охорони

Системи охорони, сигналізації і обмеження доступу дуже різноманітні і несхожі один на одного. Не важко здогадатися, що таких електронних пристроїв існує безліч, підібрати необхідний пристрій для вирішення конкретного завдання з охорони людської власності дуже і дуже непросто. Після того як особа прийняла рішення про необхідність обладнання свого житла, офісу або підприємства охоронною системою, перед нею неминуче постане питання: «Як це зробити? Кому можна довіритися? На чому зупинити свій вибір?». Природно, найочевиднішим і, в загальному випадку, правильним рішенням буде звернутися до професіоналів. Але допомога фахівців високого рівня коштує недешево. Крім того, можна натрапити на інших «фахівців», допомога яких може ще більше погіршити становище. В даний час все більша кількість людей приходить до висновку, що зусиль лише державних правоохоронних органів для вирішення такої проблеми, як охорона і забезпечення безпеки власного будинку, квартири, дачі та іншої власності, явно не достатньо.

Обираючи будь-яку систему сигналізації, перш за все, необхідно мати певне уявлення про цілі, завдання та принципи побудови систем охорони. Тому, перш ніж почати розгляд конкретних пристроїв і систем безпеки, розберемося, що ж таке безпека взагалі і які складові частини вона містить.

Характерною особливістю нашого часу стало погіршення криміногенної обстановки. Зазіхань проти власності становлять більше половини всіх злочинів. Досить багато випадків, коли надійні, але неправильно встановлені технічні засоби не в змозі захистити людську власність. Тому для забезпечення повної безпеки не достатньо просто нашпигувати свій будинок або офіс складною і дорогою електронікою.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідно також дотримуватися ряду заходів і правил у повсякденному житті, виконання яких зовсім необтяжливе, проте недотримання їх може привести часом до тяжких наслідків.

1.2 Різновиди електронних засобів охорони



Рис. 1.1. Електронно-технічні засоби охорони та безпеки

При несанкціонованому проникненні на об'єкт, що знаходиться під охороною системи охоронно-пожежної сигналізації завдяки виконуючим пристроям (сирени, освітлення, реле на інші виконавчі панелі і т. д.) видаватимуть сигнали на ПЦС, і, у разі необхідності, оператори викличуть ГБР, медслужбу, пожежників і т. д. Вище наведені системи включають в себе джерела живлення, пристрої оповіщення (дзвінки, сирени і т.д.), сповіщувачі (детектори і датчики), контрольні панелі, виконавчі пристрої.

ППКО – це центральний пристрій системи охоронної системи, що містить у своїй компоновці мікроконтролер, програма якого визначає всі функції та режими системи. Контрольні панелі можуть підключатися до комп'ютера через ,зазвичай, mini-USB порт для завантаження інструкцій та

протоколів охоронної фірми, якщо об'єкт виводиться на ПЦС; конфігурації зон, користувачів, встановлення режимі доступу та повноважень для окремих користувачів (доцільно при охороні на великих об'єктах з багатьма користувачами); обробки і реєстрації сигналів тривоги, автоматичного аналізу стану датчиків і функціонування всієї системи, керування транзисторними виходами та реле (якщо такі є у конкретному ППКО). Контрольні панелі керують виконавчими пристроями: вмикають сирену, прожектор, додзвонюються по телефонній лінії за заданим номером...

Сповіщувач – це пристрій, що утворює деякий електричний сигнал про зміну того чи іншого параметра, що контролюється з навколишнього середовища. Сповіщувачі розділяють умовно на датчики і детектори. Для реєстрації зміни контрольованого параметра в охоронних системах використовуються різноманітні сповіщувачі. В нашому випадку, сповіщувачі перетворюють різні фізичні величини і характеристики (наприклад, тепло, світло, звук і т.д.) в електричний сигнал. Детектори - сповіщувачі, що містять датчики, схему обробки сигналів і схему видачі тривожного сигналу.

Прості сповіщувачі (датчики) обробляють аналогові сигнали, що подекуди не забезпечує достатню надійність їх роботи. Підвищення надійності роботи датчиків забезпечується застосуванням цифрових методів обробки сигналів. За принципом дії сповіщувачі можна розділити на наступні типи:

- електроконтактні;
- магнітоконтактні;
- вібродатчики;
- ультразвукові;
- надвисокочастотні (НВЧ);
- фотоелектричні;
- детектор розбиття скла;
- пасивні і активні інфрачервоні (ІЧ) детектори руху;

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- комбіновані.

Датчики і детектори дозволяють контролювати частину території об'єкту, який охороняється (обсяг, площа і т. д.), що іменується зоною. Електроконтактні датчики реєструють пошкодження та руйнування конструкцій, на яких вони закріплені: скляного полотна вікон, дверей, склоблоків і т. д. Вони виготовляються з тонкої алюмінієвої фольги товщиною від 0.008 до 0.04 мм і шириною не більше 12.5 мм. Фольгу оброблюють клейким шаром. Подекуди використовують замість фольги тонкий дріт для виконання тих самих функцій.

Вібродатчики застосовують для виявлення навмисного пошкодження різних будівельних конструкцій: гіпсокартонових перегородок, бетонних стін і перекриттів, цегляних стін, дерев'яних (рами і двері) і стельових покриттів, а також сейфів і металевих шаф, скляних поверхонь тощо. П'єзоефект лежить в основі дії таких датчиків або ефект електромагнітної індукції (постійний магніт рухається уздовж провідної обмотки котушки і таким чином наводить в ній змінний струм). В залежності від технічної реалізації у зарубіжній та вітчизняній літературах такий тип пристроїв має назву електромагнітні, магніторезонансні або п'єзодатчики.

Магнітоконтактні датчики використовують для виявлення відкриття дверей і вікон, на яких вони змонтовані. За конструктивним оформленням такі пристрої бувають двох типів: прихованого встановлення та зовнішні. Обидва типи виконують на основі герконів, контакти яких замикаються або розмикаються при наближенні (віддаленні) постійного магніту (нормально-відкритий або нормально-закритий контакт). Зазвичай використовується саме нормально закритий контакт, оскільки зона має бути зібрана, тобто мати опір, який монтується у вигляді кінцевого резистора в кожній зоні. В залежності від конкретного ППКО, можуть бути різні значення опорів (від 1 кОм до 3 кОм). Наприклад, коли двері зачинені – зона зібрана. Як тільки зона обривається при контролі такої зони ППКО (об'єкт знаходить під охороною в даний момент), то централь реагує на обрив в даній зоні, тобто двері

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

несанкціоновано відчинилися і магнітоконттакт обриває ШС Підключаються такі датчики до охоронних сигналізацій за допомогою дротяного шлейфу або по радіозв'язку (у цьому випадку монтування кінцевого резистора не є доцільним)

Радіохвильові детектори використовують для виявлення руху в контрольованій зоні. Принцип дії базується на випромінюванні сигналу надвисокої частоти (НВЧ) і прийомі відбитого сигналу від об'єкту, частота якого змінюється при русі (ефект Доплера). Ці прилади використовуються для охорони закритих приміщень і периметрів. Варто зазначити, що при використанні на об'єктах зі стінами з тонких матеріалів (гіпс, дерево, ДВП, ОСБ), такі датчики виявляють рух навіть поза перешкодами, а тому мають схильність до хибних спрацювань.

Детектори розбиття скла (ДРС) реєструють навмисне руйнування скляних конструкцій: вікон, вітрин та ін. Вони реагують на звук розбитого скла і удару об скло, а також аналізують спектр звукових шумів в приміщенні, дозволяють безконтактно контролювати цілісність скла розміром більше 20х20 см. При неграмотному калібруванні таких датчиків, вони можуть реагувати на досить сильні вібрації ззовні (робота потужного двигуна, рух багатотонника, колійних ТЗ, будівництва і т.д) особливо при монтуванні в тонкостінних об'єктах (кіоски)

Ультразвукові детектори призначені для охорони закритих приміщень, мають високу чутливість і низьку завадостійкість. Принцип їх дії заснований на інтерференції ультразвукових коливань. До складу ультразвукового детектора входять випромінювач і приймач. При закритих вікнах і дверях простір, контрольований детектором, обмежений, і в точці розташування приймача формується стійка інтерференційна картина. При проникненні будь-якого об'єкта в приміщення стійкість інтерференційної картини порушується і формується сигнал тривоги.

Фотоелектричні датчики призначені для охорони внутрішнього і зовнішнього периметрів, безконтактного блокування прольотів, дверей,

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коридорів і т. д. Складаються з передавача і приймача, розташованих уздовж ЛО, і використовують сигнал ІЧ-діапазону з довжиною хвилі порядку 1 мкм. Ці прилади реагують на зміну освітленості, що відбувається в зоні видимості. Будь-яка подія, пов'язана із зміною інтенсивності або перериванням променя світла викликає реакцію датчика у вигляді посилення їм сигналу тривоги. При монтуванні таких пристроїв варто враховувати їх чутливість оскільки на ЛО можуть бути різні перешкоди (гілки дерев, домашні тварини, птахи.) Конструкція, на яку встановлюється такий датчик, має бути стійкою до механічних впливів, аби запобігти хибному спрацюванню при порушенні ЛО фізичною перешкодою

Інфрачервоні (ІЧ) детектори руху призначені для виявлення теплового руху об'єктом в зоні, що охороняється. За принципом дії вони поділяються на пасивні і активні. В даний час перші знаходять більш широке застосування. Вони мають регульовані зони виявлення, захист від помилкових спрацювань, викликаних домашніми тваринами і комахами. Розрізняються пасивні детектори розміром зони виявлення (20...360 °), методами обробки сигналу, конструкцією і т. д. Активні детектори використовуються, як правило, для охорони периметрів об'єктів. Вони, у свою чергу, мають у своєму складі два периферійних пристрої – передавач та приймач

Низьковартісні та найпростіші ІЧ-детектори володіють низькою завадостійкістю, вони спрацювують навіть при виникненні незначного теплового потоку, наприклад, внаслідок нагрівання сонцем приміщення. Такий пристрій не зреагує при надзвичайній спеці, але як тільки утвориться конвекція теплого повітря у просторі, яка може бути викликана роботою кондиціонера, якогось іншого нагрівального пристрою, чи , навіть, відкриттям вікна, то з ймовірністю 90% таким датчиком буде найближчим часом виданий хибний сигнал тривоги. Більш досконалі детектори позбавлені цього недоліку. Їх надійність і стійкість до теплових перешкод забезпечується багатоканальними піроелементами і складною електронною обробкою сигналу в самому детекторі. У простих моделях обробка сигналів

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюється аналоговими методами, а в складніших – цифровими, наприклад, за допомогою вбудованого процесора.

Гібридні детектори використовують два різних фізичних принципи виявлення руху. У переважній більшості подібних пристроїв реалізовані пасивний ІЧ і радіохвильовий принципи виявлення руху. Такі прилади, перш за все, відрізняються значно вищими показниками виявлення руху при вкрай низькій вірогідності помилкових тривог, в порівнянні з приладами, що використовують лише один з принципів виявлення руху.

Системи охоронно-пожежної сигналізації за способом підключення сповіщувачів розділяються на дротові і бездротові. У перших зв'язок між усіма пристроями системи здійснюється за допомогою дротів з малим перерізом 0.22*8. Сукупність з'єднаних дротів, датчиків, детекторів, поєднувальних блоків, роз'ємів і т. д. називається шлейфом. За допомогою шлейфів формуються зони охорони. Варто зазначити, що при монтуванні охоронної системи грає роль наявність електричних завад та відстань по кабелю між ППКО та дротовою клавіатурою. Тому для підключення клавіатури на великих відстанях (більш ніж 15 м) використовують екранований моножилний кабель без спайок та скруток. При своїй надійності дротові системи менш гнучкіші, ніж бездротові, але дротові більш надійніші та стійкіші до електро-магнітних завад. У бездротових системах окремий пристрій забезпечується власним передавачем, а контрольна панель – багатоканальним приймачем. Надійність зв'язку визначається характеристиками приймача і передавачів, архітектурою будівлі і рівнем промислових радіоперешкод. Дальність зв'язку зазвичай становить від 30 до 1000 м. При необхідності, застосовують ретранслятори для збільшення якості та радіусу радіозв'язку ППКО зі сповіщувачами. Бездротові системи сигналізації більш зручніші при монтажі та використанні, вони можуть доповнюватися пристроями дистанційного керування. Дротові системи зазвичай використовують для зв'язку і живлення промислової мережі 50 Гц змінної напруги 220 В, а сучасні, бездротові системи в загальному

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовують літій-іонні батареї чи інші аналогічні елементи живлення, напругою від 3В. Керування користувачем власною охоронною системою можливе: магнітними картками, радіобрелоком, мобільним додатком, голосовими командами, СМС-командами, іншими периферійними пристроями, які зкомутовані та конфігуровані як реле вмикання/вимикання сигналізації

Виконавчі пристрої передають інформацію про тривожний стан об'єкту користувачеві або компетентним органам, в таких випадках спрацьовує система охорони подачею звукового і (або) світлового сигналів, або через автоматичний дозвон по телефонній лінії зв'язку для заздалегідь визначених абонентів, а також вони здійснюють керування різними механізмами, що посилює систему безпеки у цілому. До виконавчих пристроїв відносяться лампи зовнішнього освітлення, прожектори, стробоскопи, сирени, автодзвінки, блоки електромагнітних реле, електрозамки, виносні світлодіоди і т. д.

При спрацюванні охоронної сигналізації вмикають стробоскопи, лампи зовнішнього освітлення (якщо вони передбачені у конкретному об'єкті), освітлюючи територію, таким самим чином, привертають увагу пересічних людей. Яскравий спалах прожектора в темний час доби або в погано освітленому приміщенні може приголомшити злочинця і на деякий час вивести його з ладу. Звичайний виносний світлодіод (зазвичай червоного кольору) при індикації «об'єкт під охороною» вже відганяє 50% потенційних злочинців від порушення.

Сирени, ревуни або гучномовці видають гучний звуковий сигнал потужністю до 130 дБ, який може бути почутий на відстані декількох сотень метрів. Сирени за власною компоновкою, візуальним оформленням, призначенням та способом підключення бувають різні. Загальна тривалість звучання сирени може бути різною і встановлюється за бажанням користувача через конфігурацію на ППКО компетентним співробітником служби охорони.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До телефонної лінії можуть підключатися пристрої автодозвону, які, у випадку надзвичайної ситуації встановлюють примусовий зв'язок з клієнтом та/або уповноваженим за охоронну систему на об'єкті органом. Блоки електромагнітних реле забезпечують включення потужних виконавчих механізмів і приладів.

При використанні систем зчитування у охоронних засобах дані з ідентифікаційної картки передаються до мікроконтролера, який, в свою чергу, передає дані до програмної складової системи. У ході обробки вхідних даних, програма видає сигнал про стан доступу зчитаної картки. Після виконаних дій система через мікроконтролер видає сигнал на виконуючі механізми через відповідні реле на централі. Відбувається перетворення унікального кодового ключа в код стандартизованого формату, який аналізується в ході обробки даних і приймається рішення щодо доступу через дверний контролер. Зчитувачі можуть мати різні типи фізичної взаємодії з картками доступу (пластикові картки з магнітною смугою чи штрих-кодом, безконтактні картки, ключі, картки з вбудованими інтегральними мікросхемами і т. д.). Зазвичай такі пристрої контролю розміщуються безпосередньо біля фізичних точок доступу, які контролюються (турнікет, шлюз, електромагнітний/електромеханічний замки і т. д.). Крім того, вони можуть виконувати ще ряд таких функцій, як управління аварійним блокуванням/розблокуванням дверей, контроль часу відкриття дверей та надання даних про користувача: його ID, час входу та виходу (кожному користувачу присвоюється унікальний ідентифікатор), контроль окремої охоронної зони...

Системи відеоспостереження використовуються для візуального контакту над об'єктом, що охороняється через телекамери. Вони дозволяють стежити одночасно за одним або групою об'єктів. Відеокамери за місцем розташування розділяють на зовнішні та внутрішні. Зовнішні камери можуть експлуатуватися на вулиці та мають ширший діапазон вологості, температурний режим завдяки герметичному виконанню корпусу та

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досконалішому підбору компонентів. Завдання теленагляду полягає у поданні відеоінформації про обстановку на контрольованому об'єкті. Однією з різновидів таких систем є відеодомофон, що виконує функції дверного вічка і переговорного пристрою одночасно. Відеокамери підключаються до реєстратора, який веде запис камер та зберігає інформацію на жорсткий диск. Сучасні реєстратори спроможні конфігуруватись з функцією передзапису, яка полягає у частковому записі інформації лише в той час, коли зображення з камери різко змінюється за деякий час до початку події

Для обмеження доступу до приватних ділянок, квартир, під'їздів, медичних установ та ін. використовують аудіодомофонні системи. Такі системи дозволяють вести розмову з відвідувачами та у разі необхідності надавати їм доступ до об'єкту дистанційно. Також вони можуть залучатися як складова частина охоронної системи

СКВД застосовують для автоматизованого допуску в приміщення тільки тих користувачів, яким дозволено відвідування даного приміщення. Вони засновані на використанні апаратно-програмних засобів, які керують пересуванням людей і транспорту через контрольовані точки проходу. Це можуть бути невеликі системи, від 1 до 3 дверцят, або системи, які контролюють переміщення декількох тисяч чоловік. Ідентифікація користувача відбувається за допомогою пред'явлення електронної чи магнітної картки, або шляхом введення певного цифрового коду. Система обмеження доступу містить в собі зчитувачі і контролери. Крім того, до систем обмеження доступу можна віднести і аудіодомофонні системи з дистанційним відкриванням дверей.

Для керування зчитувачами та виконавчими механізмами через реле використовується контролер. Такий пристрій приймає рішення щодо доступу окремого користувача, який застосував власну ідентифікаційну картку через певну точку доступу в конкретний час. Через прошивку мікроконтролера встановлюються режими роботи ID – карток, додаткові опції управління точками доступу, повноваження кожної окремої картки, керування виходами

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реле на допоміжні виконавчі механізми. Пристроєм ідентифікації є аналог ключа, який підтверджує повноважність прав його власника. Контролер може обслуговувати один або кілька зчитувачів і розташовуватися на відстані від них. Їх кількість та віддалення від контролера залежить від конкретної моделі. Кілька контролерів можуть утворювати групу, яка обслуговує певну територію і обмежує доступ до певного об'єкту (кабінет,поверх, будівля, організація).

Найпростіша телевізійна система спостереження (ТВС) містить в собі одну або кілька телевізійних камер і монітор (або телевізор). Камери можуть встановлюватися на поворотних пристроях зовні або всередині приміщення і дозволяють здійснювати цілодобове спостереження за територією, що охороняється. Керування системами телевізійного спостереження в залежності від їх складності та обстановки на об'єкті може бути автоматичним або ручним. Спільно з цими системами можна використовувати детектори руху, системи освітлення та інші додаткові пристрої. Дуже популярним та недешевим задоволенням стають камери з сервоприводом, що дозволяє у реальному часі керувати положенням камери у трьох осях. Також можлива автоматизована робота таких механізмів

У системах відеоспостереження, розрахованих на використання декількох камер, на екрані одного монітора можна одночасно відображати зображення від всіх камер. Для цих цілей використовуються пристрої, іменовані квадраторами (подільниками екрану), які є в комплексі регістратора. При необхідності, відображення камери можна розгорнути на весь екран. Комутатори-мультиплексори використовують для послідовного підключення камер до пристроїв відображення (монітор, телевізор, ноутбук, ПК, і т.д)

Системи ТВ спостереження дозволяють створити гнучку і нарощувану систему безпеки, в яку можуть входити не тільки компоненти телевізійних систем, а й системи сигналізації та СКВД.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для підвищення ефективності охорони об'єкту широко використовують приховані системи відеоспостереження. Першочергове завдання такої системи – контроль під-охоронної території. Плоска камера розміром із сірникову коробку з об'єктивом Pin-Hole (винесена вхідна зіниця), яка має діаметр вхідного вічка 0,8...2,0мм дозволяє вести спостереження за будь-якою ділянкою приміщення. Конструкція таких камер дозволяє їх встановлювати в корпусі побутових приладів (годинник, телевізор, м'які іграшки, книжки), стінах і т.д.

Досить поширеною практикою є використання ширококутного відео-вічка, яке ззовні не відрізняється від звичайного. Передача відеоінформації та живлення реалізовується по радіоканалу та/або дротовій системі

Пристрій, який виконує функцію переговорного пристрою, дверного вічка та керування замком називається домофоном. Він дозволяє спостерігати за простором біля вхідної точки та вести розмову з відвідувачами, і, у разі бажання власника, дозволити доступ третім особам. Зазвичай відеокамеру розташовують на висоті 150 см від підлоги, щоб максимально чітко бачити риси обличчя відвідувачів та найбільш широко спостерігати за обстановкою навколо точки доступу. Багато сучасних домофонів дозволяють бути підключені до лімітованих систем їх сукупності та з додатковим підключенням зовнішніх камер. Конструкцією багатьох домофонних камер передбачується ІЧ – підсвічування, яке дозволяє бачити зображення чорно-біле в умовах поганої освітленості. При кваліфікованому монтажі відеодомофонних систем в житлових будинках встановлюють два рівні доступу: перший – вхідні двері під'їзду, другий – вхід в окрему квартиру.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Датчики руху

1.3.1 Інфрачервоний датчик руху

Людське тіло, а також тіла тварин активно випромінюють тепло в ІЧ діапазоні. ІЧ випромінювання присутнє в електромагнітному спектрі, яке неможливо побачити неозброєним оком, але воно визначається за допомогою спеціальних приладів. Ефективна максимальна потужність випромінювання на довжині 9.4 мкм. Довжина такої хвилі більша довжини хвилі видимого світла.

ІЧ випромінювання детектується за допомогою піроелектричних сенсорів. У їх основі лежить принцип піроелектричного ефекту, який полягає у виникненні поверхневого заряду при впливі ІЧ-випромінювання на спеціальний кристалічний матеріал. Керуюча напруга забезпечується підсилювачем вихідного електричного сигналу з такого кристалу на основі польового транзистора. Варто зазначити, що сам по собі ІЧ-сенсор реагує на відповідне випромінювання в досить широкому діапазоні, тому в компоновці датчиків руху використовують спеціальні фільтри, які звужують спектр реагування від 8 до 14 мкм.

На рисунку 1.1 зображена структурна схема ІЧ детектора руху. У випадку детекції ІЧ-випромінювання з піроелектрика поступає електричний сигнал, що подається на двокаскадний узгоджений підсилювач, з коефіцієнтом підсилення 10000. Для нівелювання високочастотних завад, забезпечення надійного спрацювання компаратора, урегулювання сприйняття перепадів вихідної напруги датчика обмежують смугу пропускання підсилювача до десятків Гц.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

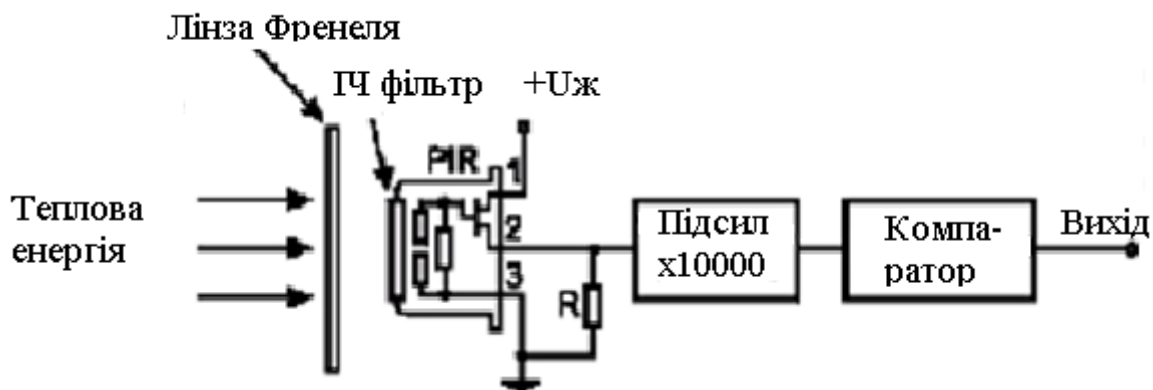


Рис. 1.1. Структурна схема ІЧ детектора руху

На вхід 1 датчика подається напруга живлення від 3 до 15 В, пропущена через фільтри для уникнення перепадів та пульсацій. Наприклад два сенсорних елемента, який містить у собі датчик RE200B, має схему включення таких датчиків за компенсацією напруги. Завдяки такій схемі можна знехтувати впливом сонячного освітлення, зміною температури, інших сторонніх сигналів, викликаних вібрацією. У випадку руху людини, або тварини з подібною масою у полі реакцію такого датчик відбудеться послідовна активація сенсорів. Лінзи Френеля допомагають збільшити відстань реагування датчика до 25-30 м. Зазвичай у датчиках середньої вартості використовують лінзи R165, яка є збиральною, але на відміну від звичайних, дані лінзи мають меншу комплекцію, що обумовлено їх конструкцією.

На рисунку 1.2 зображена типова схема ІЧ датчика руху. Час активації реле RY1, при спрацюванні сенсору, задають елементи C6 і R11(стала часу). Вищезгаданий датчик має наступні параметри:

- Діапазон робочих температур: $-30^{\circ}\text{C} \div +70^{\circ}\text{C}$
- Напруга живлення: $2,2 \text{ В} \div 15 \text{ В}$
- Напруга шумів 0,4 мВ;
- Напруга зміщення 0,1 В;
- Вихідна напруга сенсору 20 мВ;
- Діапазон реакції в ІЧ спектрі (довжина хвилі) 5 ... 14мкм;

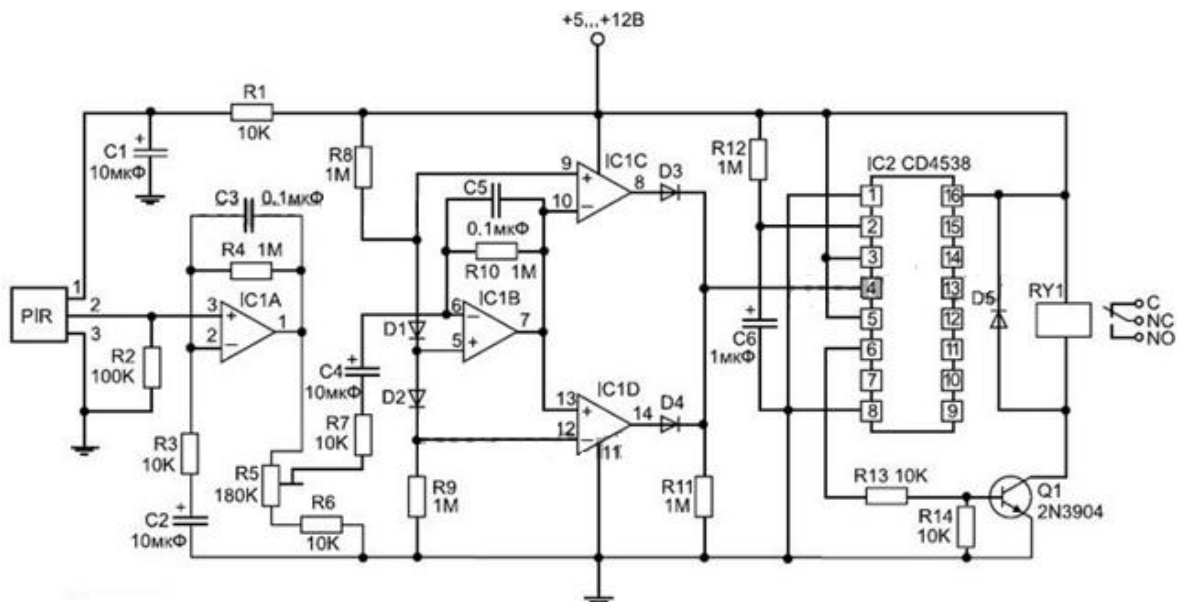


Рис. 1.2. Типова електрична принципова схема ІЧ датчика руху

Дана схема датчика руху має підсилювач LM324 з 4-ма незалежними ОП. Підсилювачі IC1A, IC1B – виконують функції підсилювача, два інші IC1C, IC1D – функції компаратора. Сигнал, на вході до одновібратора IC2 випрямляється діодами D3, D4. Обмотка виконавчого реле ввімкнена до колекторного ланцюга транзистора Q1. Дане реле має струм спрацювання не більше 50 мА.

Піроелектричні інфрачервоні датчики типу SMD, серії IRS (рис.1.3), демонструють високу чутливість і надійне виконання, що стало можливим завдяки керамічній технології виготовлення, яка розвивалася протягом багатьох років

Серія IRS-B приблизно на 50% менша об'ємом і на 10% тонше моделей свинцевого типу, має високу чутливість та задовільну завадостійкість. Параметри зведені в табл. 1.1

Табл. 1.1 Основні параметри IRS – сенсорів

Параметр	IRS-B210ST01	IRS-B340ST02	IRS-B345ST03-R1
Зона виявлення°	Θ1=70; Θ2=50;	Θ1=70; Θ2=50;	Θ1=70; Θ2=50;
Оптичний фільтр	3мкм – довго-хвильовий	3мкм – довго-хвильовий	3мкм – довго-хвильовий

продовження таблиці 1.1			
Напруга живлення, В	2-15	2-15	2-15
Робоча температура, °С	-40...+70	-40...+70	-40...+70
Температура зберігання, °С	-40...+85	-40...+80	-40...+80

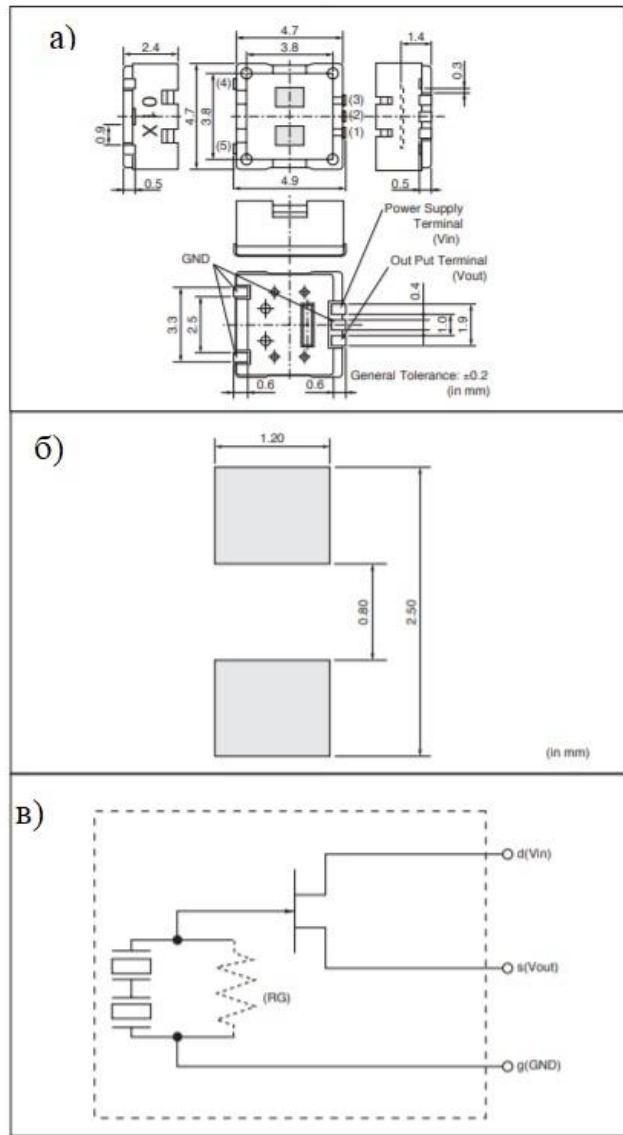


Рис.1.3 ІЧ-сенсор IRS-B210ST01а) геометричне креслення; б) габаритні розміри; в) еквівалентна схема

Іноді трапляється так, що дротовий зв'язок датчика з ППКО є недоцільним, наприклад, через чистовий ремонт квартири/офісу, тому оптимальним рішенням системи охорони є використання зв'язку по радіоканалу замість провідної сигналізації. У таких випадках оптимальним є зв'язок датчика з виконавчим приладом по радіоканалу. Робота пристроїв дистанційного керування можлива і дозволена на частоті 418 МГц в країнах Європи та США. Такі пристрої не потребують дозволу та обов'язкової сертифікації. Завдяки випуску уніфікованих модулів передавача TM1V , RM1V зникли труднощі виготовленні та проектуванні приймально-передавальних пристроїв. Завдяки використанню мікросхеми кодера в передавачі і декодера в приймачі забезпечується роботи близько розташованих пристроїв ДК. [1]

1.3.2 НВЧ датчик руху

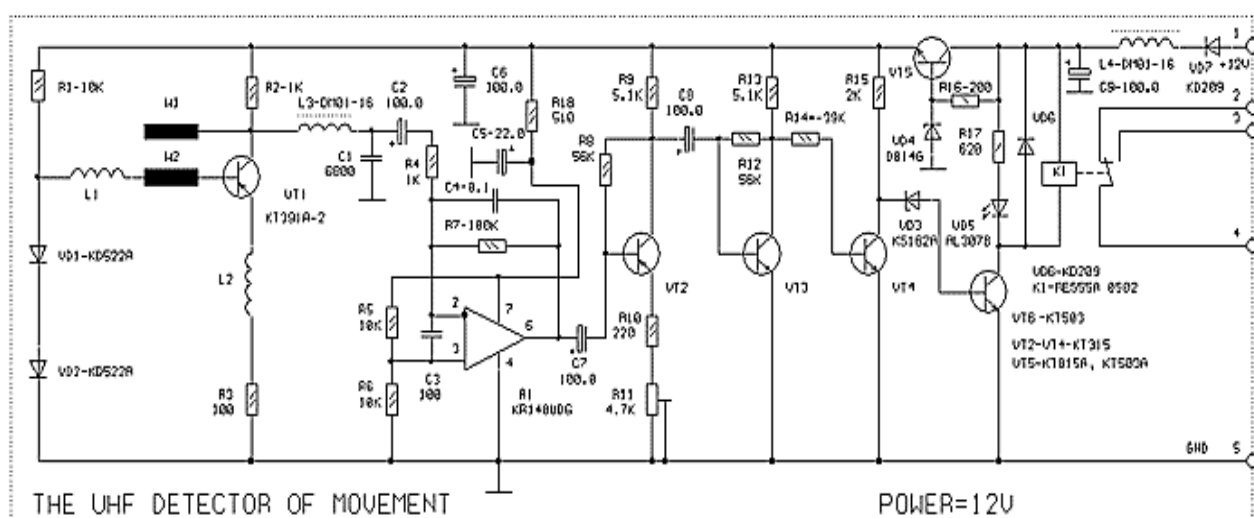


Рис. 1.3. Схема електрична принципова НВЧ датчика руху

НВЧ датчик руху застосовується для забезпечення охоронної сигналізації. Так як живлення датчика відбувається від джерела живлення системи сигналізації з 12-вольного кислотного акумулятора в буфері, то мережевий фільтр в схемі не потрібний, а стабілізатор DA1 необхідно замінити параметричним стабілізатором на одному транзисторі і стабілітроні; каскади VT2, U1, DA3 треба замінити трьохкаскадним транзисторним ключем з електромагнітним ключем на виході.

Аналіз інформації згідно із закордонними охоронними НВЧ датчиками руху виявив наступні особливості схемотехніки цих датчиків, а саме:

1. Вхідний підсилювач завжди відділений від НВЧ розділовим конденсатором, а в деяких пристроях, поряд з розділовим конденсатором включений і Г-подібний загороджувальний високочастотний (ВЧФ) фільтр.
2. Вхідний операційний підсилювач (ОП) завжди інвертований.
3. Між вхідним підсилювачем і компаратором завжди є одна, а частіше дві ступені посилення, відокремлені від вхідного підсилювача розділовим конденсатором.

На рисунку 1.3 зображена схема НВЧ-автодина на транзисторі VT1. Вхідний підсилювач на ОП DA1 – інвертований. Загороджуючий ВЧ фільтр L3C1 запобігає потраплянню НВЧ сигналу на вхід ОП DA1. За живленням вхідний підсилювач розв'язаний з іншими вузлами пристрою фільтром R18C5.

Каскади на транзисторах VT2 і VT3 – дві ступені посилення низьких частот (НЧ). Далі слідує двох каскадний підсилювач постійного струму ППС на транзисторах VT4 і VT6. Функції компаратора виконує стабілітрон VD3 і реле K1. Всі каскади розв'язані за постійним струмом розділовими конденсаторами, що забезпечує високу термостабільність.

Якщо датчик потрібно використовувати з круговою діаграмою спрямованості, то його виготовляють на неметалічній підставці і кріплять на неметалеву поверхню стіни, на території об'єкту. При цьому чутливість датчика потрібно встановлювати з урахуванням руху людей в сусідніх приміщеннях, в яких відсутня система охорони, і за межами будівлі. [2]

1.3.3 Ультразвуковий датчик руху

На початку ери розробки УЗ-датчиків, які входять в системи виявлення об'єктів, створювалися таким чином, як показано на рис. 1.3(а). Приймач BM1 і випромінювач BF1 розташовували навпроти один одного під стелею для зменшення впливу внутрішньої обстановки УЗ-коливання збуджуються в

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

просторі BF1. Такі коливання стабільні за частотою та амплітудою. Мікрофон (BM1) перетворює УЗ-коливання в електричні сигнали. В схемі датчика даний сигнал потрапляє до підсилювача, а потім обробляється та аналізується за амплітудою. При коливання УЗ-сигналу формувався сигнал тривоги шляхом перемикавання реле та, у свою чергу, розривом ШС.

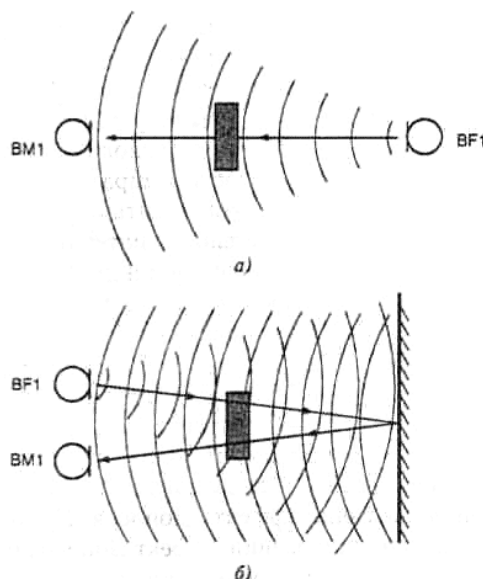


Рис. 1.4. Побудова ультразвукових систем виявлення

Розглянемо процес коливання УЗ-хвиль. Нехай матимемо герметичне приміщення, обмежене жорсткими стінами. До мікрофона надходитимуть хвилі, відбиті від стін, підлоги та стелі (за відсутності сторонніх об'єктів). У зоні BM1 енергія хвилі є результатом інтерференції всіх утворених падаючих хвиль. Інтерференційна картина буде константною поки в приміщенні не відбудеться потрапляння нового тіла або зміняться фізичні параметри простору, який охоплюється зоною дії УЗ-датчика. Таким чином рівень енергії хвилі буде постійним у кожній точці об'єму.

Неважливо від природи тіла (теплокровне чи інше) будь-яке переміщення спровокує зміну траєкторії проходження УЗ-коливань у просторі, що гарантовано призведе до зміни інтерференційної картини. В свою чергу почнуть відбуватися коливання амплітуди вихідного сигналу BM1. Тому стає можливою фіксація переміщень через реєстрацію таких коливань. У такий спосіб детектування забезпечується висока чутливість, так

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

як хвиля від випромінювача до приймача проходить через приміщення по найкоротшій траєкторії, що є запорукою найменшого загасання.

На практиці такі датчики використовують вкрай рідко через велику ймовірність хибних спрацювань. УЗ-датчики мають вкрай велику чутливість, а тому вони можуть зреагувати навіть на потік повітря (протяг), також такий датчик може зреагувати на переміщення поза приміщенням, де він розташований. Це пов'язано з негерметичністю кімнат, оскільки на приймач потрапляє частина УЗ-коливань через щілини та отвори у сусідні кімнати. Сумування швидкості повітря і звуку змінить параметр проходження хвилі, що кваліфікується ВF1 як переміщення об'єкта

Аби підвищити стійкість такої системи до помилкових спрацювань приймач та передавач розміщуються на одній поверхні (рис.1.4б). У такому випадку довжина шляху, пройденою УЗ-коливанням подвоюється, що, в свою чергу, потребує збільшення випромінюваної потужності. Стійкість пристрою до хибних тривог пояснюється тим, що збільшення швидкості потоків повітря взаємно компенсується через подвійну траєкторію проходження УЗ-коливання.

Істотно впливає на нестабільність інтерференційної картини в реальному приміщенні деформації дверей скляних поверхонь через пориви вітрів вібрацій і т.д. Приходимо висновку, що така охоронна система не є надійною у звичайних умовах. Вигідне застосування такі датчики матимуть хіба що у банківських установах з дуже обмеженим простором та у випадку обходу інших типів датчиків злоумисниками.

Детектування сигналу за частотою істотно підвищить стійкість таких датчиків до хибних спрацювань. Такий метод базується на ефекті Допплера. (рис.1.4 (б)). При переміщенні об'єкту вздовж випромінюваної хвилі, то на приймачі буде ідентифікуватися зсув фаз між накладеними хвилями. В реальних приміщеннях ефект Допплера буде помітний слабше при строго перпендикулярному переміщенні об'єкту. Але при переміщенні в будь-якому напрямі такий об'єкт буде виявлено.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навіть при детектуванні зсуву фаз є помітною висока ймовірність помилкових спрацювань. В будь-якому випадку є певна межа впливу інтенсивності переміщення повітряного потоку, що вплине на видачу хибного сигналу тривоги. Резонатори з п'єзокераміки з якісних матеріалів використовують у якості випромінювачів та приймачів.

Апаратна частина УЗ-датчика має наступні блоки: випромінювач BF1; приймач BM1; генератор G1; вхідний підсилювач A1; перетворювач U1; детектор фаз U2; ФНЧ Z1; ФВЧ Z2; формувач-детектор U3; підсилювач вихідного сигналу A2; індикаційний пристрій ІІ.

Навантаженням еталонного генератора G1 є випромінювач BF1. Для досягнення компромісу між завадостійкістю та загасанням УЗ-коливань в повітрі вибирають відповідну робочу частоту. При збільшенні частоти, завадостійкість покращується, але з тим підвищується затухання, а тому необхідно підвищувати потужність випромінювання (пропорційно квадрату частоти) для нормальної роботи УЗ-датчика. Зазвичай така частота становить 40 кГц. З міркувань економічності, необхідного рівня сигналу та об'єму приміщення, що детектується вибирають прийнятну потужність роботи датчика.

В умовах значного коливання амплітуди вхідний підсилювач A1 забезпечує якісний прийом сигналу. Необхідна висока вибірковість підсилювача в інтервалі $f_g \pm f_d$, де f_g – робоча частота генератора, f_d – зміщення Допплера, що не перевищує 1 кГц, зазвичай. Такий підхід знижує вплив перешкод. В посиленому сигналі виділяють точки переходу через «нуль» і формують прямокутний сигнал для усунення залежності вхідного сигналу від амплітудної складової. Дана функція виконується завдяки перетворювачу U1.

Наприклад об'єкт, який рухається є суцільною екрануючою поверхнею, то разом із сигналом основної частоти буде сигнал доплерівського зсуву. Його амплітуда буде пропорційно відноситися до енергії коливання, що

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приходять від об'єкту, до енергії всіх хвиль, які надходять. Тобто залежно від площі об'єкта буде залежати амплітуда зсуву доплерівського сигналу.

При сумі відбитих від стін приміщення хвиль, що не перевищують амплітуду відбитої хвилі від рухомого об'єкту, то після перетворювача сигнал матиме фазову модуляцію (ФМ). В інших випадках до неї додається, ще й ЧМ. Приймач фіксуватиме разом з хвилями, відбитими від поверхонь стін, стелі підлоги та інтер'єру ще й хвилі, відбиті від поверхонь рухомого об'єкту. Амплітуда й частота даних хвиль напряду залежатиме від площі поверхонь, та їх швидкості руху у просторі. Всі рухи об'єктів відображаються саме ФМ

ФМ в ШІМ перетворює фазовий детектор U2. ФНЧ Z1 відповідає за згладження імпульсів з виходу U2 та перетворення в амплітудно-модульований сигнал.. Фільтр Z1 має реальну частоту зрізу 1 кГц (в нашому випадку), що чисельно дорівнює верхній частоті доплерівського зсуву. За обмеження частотної смуги знизу (ЧС) відповідає ФВЧ Z2. Завадостійкість системи від помилкових спрацювань напряду залежить від цього фільтру.

У ході аналізу матеріалу було встановлено, що основною причиною АМ на вході датчика є зміна інтерференційної картини в просторі, що знаходиться у полі реагування датчика, саме тому відбувається накладання великої кількості хвиль з різними фазами та амплітудами. Якщо зміниться кут відбивання падаючої хвилі від поверхні (через коливання вікон у наслідок вібрацій), то зміниться і амплітуда прийнятого сигналу, що в свою чергу викликає зміну фази результуючого сигналу. Пропорційно похідній від функції модуляції сумування АМ-сигналу та немодульованого коливання однакових частот призведе до фазового зсуву. Тобто вібрація скла розцінюватиметься як доплерівське зміщення. Спектр таких коливань зосереджений в діапазоні до 3 Гц. Фільтр Z2 відповідає за мінімальну швидкість пересування об'єкту в приміщенні

Відбитий сигнал перетворюється в пропорційну йому постійну напругу детектором-формувавцем. Необхідна для роботи індикаційного пристрою НІ

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруга посилюється підсилювачем А2, при цьому забезпечується певна затримка, додатково знижується ймовірність помилкових спрацювань. Принципова схема УЗ-датчика зображена на рисунку 1.5. П'єзоелектричні мікрофони типу УМ-1 у складі випромінювача та приймача з резонансною частотою 36...46 кГц. Мікросхеми, зібрані за мостовою схемою, DD1 і DA4 складають генератор G1 для забезпечення оптимальної потужності при мінімальній напрузі живлення.

Завдяки мостовому ввімкненню збуджується п'єзорезонатор BF1 на власній частоті резонансу. Між виходами попарно паралельних до ввімкнених інверторів DD1.1 ... DD1.4, компонується УЗ-випромінювач BF1. Таким чином утворюється мостовий вихідний підсилювач. Забезпечується амплітудне значення напруги на випромінювачі вдвічі більше напруги живлення оскільки на виходах кожної пари інверторів сигнали перебувають у протифазі. Навантажувальна здатність підсилювача забезпечується завдяки паралельному включенню інверторів. Якщо є необхідність, то кількість інверторів в кожному плечі може бути збільшено.

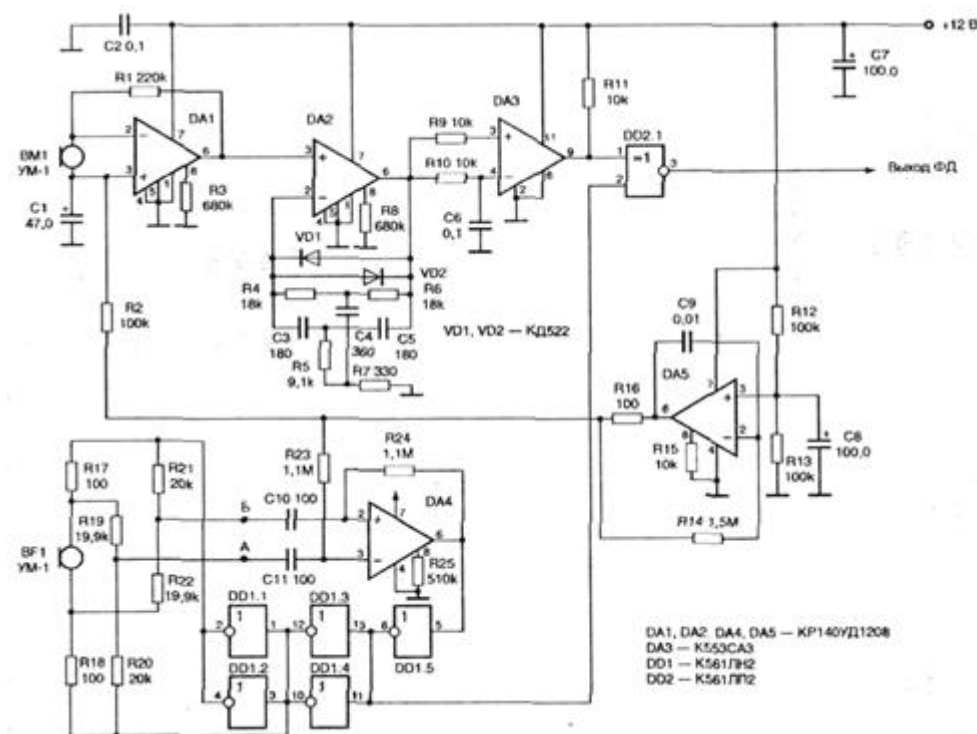


Рис. 1.5. Схема електрична принципова ультразвукового датчика руху

Резистори R17 і R18 є так званими «датчиками струму», які ввімкнені в ланцюг випромінювача BF1. Робоча частота генератора визначається власною частотою резонансу струму випромінювача. Прецизійні резисторні дільники R19, R20 і R21, R22 слугують для виділення сигналу з R17, R18 на фоні високої амплітудної напруги на виході. Відповідно опори резисторів: $R20 = R19 + R17$ і $R21 = R22 + R18$. При відсутності навантаження змінна і постійна напруги між точками А і Б пропорційні струму, який проходить через навантаження.

На вхід диф-підсилювача, який зібраний на основі мікросхеми DA4, подається напруга U_{ab} . Рівень спрацьовування інверторів КМОН мікросхеми DD1 відповідає вихідній напрузі підсилювача.

Разом з тим незначна синфазна складова напруги U_{ab} понижується диф-підсилювачем. Через неминуче відхилення експериментальних значень опорів резисторів прецизійного дільника від розрахункових значень та неіндентичні значення вихідних напруг мостового інвертора з'являється ця синфазна складова Струм, що споживається ОП DA4, визначається R25 і, як наслідок, швидкість наростання вихідної напруги. Круті фронти імпульсів формуються завдяки буферному інвертору DD1.5. Це дозволяє збільшити ККД генератора на 20% приблизно.[3]

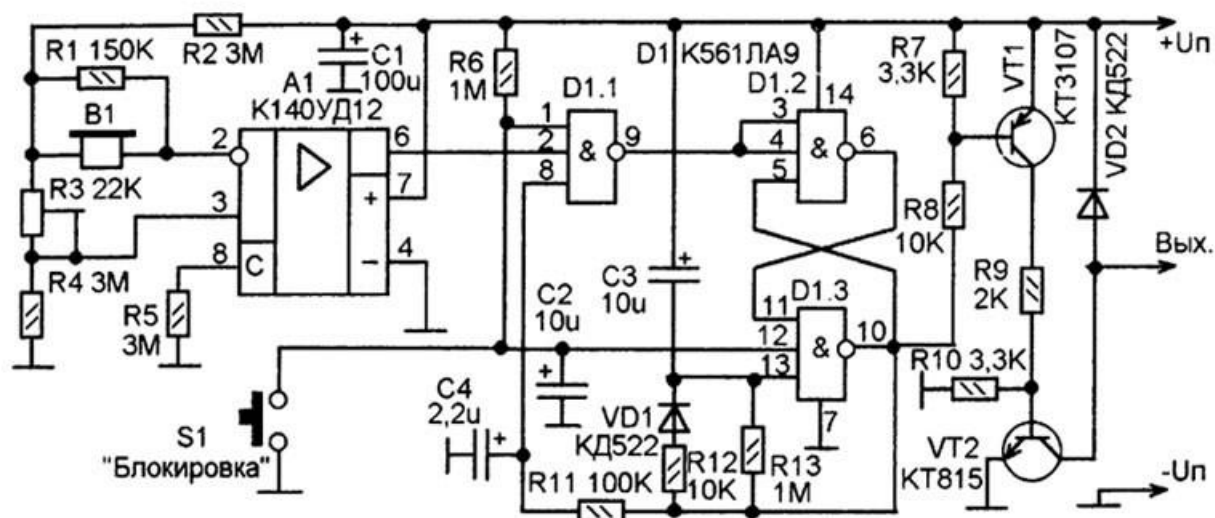


Рис.2.19 Електрична принципова схема датчика розбиття скла

МП.171.081.005 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	37

Даний датчик акустичного типу реагує на вібрації на поверхні, до якої він механічно прикріплений. Ця схема є універсальною, оскільки може слугувати не тільки детектором розбиття скла, але і датчиком роботи слюсарного інструменту по металевих дверях, взлому, удару і т.д.

У всіх випадках, коли механічній дії піддається тверда поверхня, яка є хорошим провідником акустичних хвиль (метал, скло, тверда пластмаса, кераміка).

Датчиком слугує п'єзокерамічний звуковий сповіщувач від мультиметра М830. Він представляє собою пластмасовий напівкорпус, в якому знаходиться кругла латунна пластина. На її поверхні, навпроти корпусу розташований п'єзоелектричний елемент, зовнішня сторона якого посріблена Провідники виведені від цієї посрібленої поверхні та від латунної пластини.

Датчик встановлюють так, щоб його пластмасовий напівкорпус – кришка механічно контактував з контрольованою поверхнею. При установці датчика на скло чи іншу діелектричну поверхню, для збільшення чутливості можна зняти з датчика корпус та прикріпити його так, щоб до скла була прижата його гладенька латунна поверхня.

Схема на рис.2.19. Вона представляє собою схему датчика з простим логічним пристроєм, та при підключенні на виході сигнального пристрою (безпосередньо або через реле) може працювати як самостійна сигналізація. В нашому випадку дана схема буде у працювати у комплексі гібридного датчика з виходом на окрему тривожну зону.

При впливі механічної дії на поверхню, до якої прикріплений сенсор В1 в датчику виникають електричні коливання, які підсилюються та перетворюються в логічні імпульси за допомогою компаратора на ОП А1. Чутливість знаходиться в зворотній залежності від постійної напруги між входами А1. Цю різницю (чутливість) встановлюють підстроєним резистором R3.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо змінна напруга, виникаюча в датчику перевищує напругу чутливості А1, на виході А1 з'являються логічні імпульси хаотичного характеру. Логічний пристрій виконано на мікросхемі К561ЛА9 (аналог CD4023А), - три елемента ЗІ-НІ. Вона являє собою одновібратор по схемі RS-тригера, з блокуванням входу.

При включенні живлення тригер встановлюється в одиничний стан та залишається несприйнятливим до вхідних імпульсів у ході зарядки С2 через R6. Після завершення заряджання С2 тригер розблоковується та його вхід (елемент D1.1) відкривається.

З поступанням першого ж імпульсу від датчика тригер встановлюється в нульовий стан. Ключ VT1-VT2 відкривається та включає навантаження – реле чи сирену (навантаження підключають паралельно VD2). При цьому починається зарядка С3 через R13. Поки ця зарядка продовжується тригер утримується в нульовому положенні. Потім скидується в одиничне та навантаження виключається.

Для виключення зациклювання схеми через акустичні коливання, створених сиреною чи іншим сигнальним пристроєм, є ланцюг С4-R11, яка блокує вхід логічного пристрою, та відкриває його тільки через деякий час після вимкнення навантаження.

Заблокувати схему можна натисканням кнопки S1. Схема вернеться в робочий режим приблизно через 10 секунд після відпускання S1. Напруга живлення Uж в межах 5...15 В.

1.3.4 Гібридні датчики руху

З точки зору конструкції, гібридний датчик руху являє собою систему, яка включає кілька пристроїв під загальним корпусом, кожен з яких підключається до різних виходів. По-іншому такі пристрої називають «датчиками подвійний технології». Гібридні моделі компенсують недоліки тих детекторів, з яких складаються. Датчики руху змішаного типу з'явилися на ринку відносно недавно, але їх популярність стрімко зростає.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання таких випромінювачів підвищує надійність охоронних систем в рази. У числі основних переваг - практично повна відсутність хибних сигналів. Для того, щоб детектор спрацював, необхідно одночасне (або з невеликою часовою затримкою) реагування тих датчиків, які входять в його конструкцію. Максимальне поширення отримали моделі, в яких поєднуються радіохвильові і інфрачервоні методи виявлення.

1.4 Порівняльні характеристики та параметри датчиків руху

Датчики руху бувають дротові та бездротові, двополюсними і триполюсними. Двополюсні вмикаються послідовно з освітлювальними приладами, сиренами чи іншим навантаженням і обмежені певною зоною виявлення.

Триполюсні моделі – універсальні, до них можна підключати будь-які види навантаження. Крім цього, датчики характеризуються радіусом дії або зоною охоплення, тобто, з якої відстані до об'єкта, що рухається вони починають спрацьовувати. Зазвичай цей показник у різних датчиків становить від 3 до 12 метрів.

Наступна найважливіша характеристика – кут виявлення в горизонтальній площині, який в ІЧ датчиках руху в основному визначається властивостями лінзи Френеля. Зазвичай він становить у різних моделей від 60 до 360 градусів. У вертикальній площині кут виявлення усіх ІЧ датчиків руху становить приблизно 15-20 градусів.

Номінальна потужність навантаження, яка може підключатися до датчика руху – найважливіший показник. Потужність навантаження може змінюватися від 7 до 2400 Вт. Різні моделі пристроїв розраховані на певне навантаження. При їх виборі попередньо розраховують потужність підключеного навантаження і обов'язково беруть це до уваги. Якщо сумарне навантаження буде більше, ніж це дозволяє датчик руху, то доведеться ставити проміжне потужне реле або ставити два датчика руху і розподіляти навантаження. При підключенні освітлення до датчиків руху, люмінесцентні та енергозберігаючі лампи мають і реактивну потужність і це треба

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

враховувати при проектуванні. Зазвичай приймають допустиме реактивне навантаження в два рази менше, ніж активне, якщо це не вказано в паспорті на датчик.

Датчики руху відключаються не відразу після того, як об'єкт пішов із зони видимості, а з деякою затримкою, яка регулюється в широких межах: зазвичай від 5 секунд до 10 хвилин. Це робиться для того, щоб при появі в освітлюваній зоні, людина змогла пройти її повністю, навіть не перебуваючи в полі зору датчика. Наприклад, освітлення під'їздів або сходів. Такий показник називається затримка часу відключення.

У характеристиках завжди вказується напруга живлення і споживана потужність. ІЧ провідні датчики зазвичай живляться від мережі 220 В, а потужність споживають мізерно малу – до 1 Вт. Сучасні датчики руху для освітлення можуть оцінювати рівень освітленості за допомогою спеціального сенсора, фоторезистора наприклад. Це зроблено для запобігання спрацьовування датчика в світлий час доби або при достатньому рівні освітленості від інших джерел світла. Поріг спрацьовування в більшості датчиків - величина регульована, і в характеристиках вказується мінімальний рівень в люксах, наприклад поріг спрацьовування – 5 лк.

Світлочутливість – від 5 до 1000 Люкс. Зазвичай встановлюється перемикачем (в дешевих моделях, 2-3 положення) або регулюється плавно. Параметр показує, при якій зовнішній освітленості працює датчик. При установці освітленості до 100 Люкс прилад буде працювати тільки вночі. При установці максимальної зовнішньої освітленості датчик буде працювати в будь-який час доби.

Швидкість спрацьовування – від 0.5 до 1.5 м / с. Якщо об'єкт буде рухатися дуже повільно, його температура буде зливатися із загальним температурним фоном, не викликаючи спрацьовування. Якщо швидко - датчик не встигне спрацювати, і об'єкт піде з зони охоплення.

Максимальний комутований струм. Залежно від області застосування цей показник може бути різним. У системах охоронної сигналізації струм

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

невеликий, і використовуються нормально замкнуті контакти. Для освітлення в датчиках застосовується з основному електромагнітне реле, яке і визначає потужність навантаження. Також важливим параметром є температурний діапазон роботи таких датчиків. Зазвичай він складає від -15 до +70 °С.

Для бездротових ІЧ датчиків руху також важливим параметром є робоча частота - сотні МГц, вологість (10-90 % ,без виникнення конденсату), дальність передачі сигнал (до 50 м), термін дії від одного елементу живлення, залежить від якості джерела живлення (батарейки, крони, акумулятора), а також від умов навколишнього середовища (тиск, температура, вологість). Варто зазначити, що при низьких температура строк служби акумуляторів може в рази зменшитись, через фізичні властивості електроліту. Напруга живлення зазвичай складає від 3 до 12 вольт.

Наведемо порівняльні характеристики типових датчиків руху, які використовуються в охоронних системах. Почнемо з УЗ- датчиків. Дані наведені у табл.1.2

Табл.1.2

Параметр	Patrol-USR	Patrol-USM	Patrol-USL
струм споживання, мА	42,2	95	48,3
габарити, мм	105*50*22	105*50*22	105*50*22
застосування	внутрішнє	внутрішнє	внутрішнє
дальність виявлення, м	7	7	7
маса, г	80	80	80
принцип роботи	акустичний	комбінований	акустичний
час видачі сигналу «тривога», с	3	3	3
кут огляду,°	170	170	170

продовження табл. 1.2			
робоча температура, °C	-30...+70	-30...+70	-30...+70
час «готовності», с	2	2	2

PATROL-USM з легкістю виявляє руйнування всіх типів стін, дверей і багатошарових стекол, за рахунок радіохвильової і ультразвукової технології. USR/USL за рахунок звукової та ультразвукової технології виконує ті самі функції але менш надійний та менш енергозатратний.[5]

Розглянемо НВЧ датчики руху. Двухзонний датчик руху Convoу (рис.1.6) підключається до провідної системи охорони через відкритий колектор. Головною особливістю НВЧ сенсорів є реакція через перешкоди (стіни). Живлення від 9 до 15 В. Не реагує на дрібних тварин масою до 10 кг. Перша реакція – «попередження»: при виявленні руху, датчик вмикає світлову індикацію (зелений) та видає короткий звуковий сигнал для попередження (при підключенні сирени до даного виходу). Друга реакція – «тривога»: підключається до ППКО, у випадку спрацювання сигнал тривоги подається на блок сигналізації (загориться червоний світлодіод). Наявні два регулятори чутливості зон, можливе калібрування чутливості по окремій зоні.



Рис.1.6 НВЧ датчик Convoу

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

ДД-МВ301 – мікрохвильовий датчик руху для вбудованого монтажу (рис.1.7). Генерація коливань на частоті 5.8 ГГц. Призначений для внутрішнього застосування, підключається до однофазної мережі 220В, може застосовуватись в охоронних системах, регулювання внутрішнього та вуличного освітлення. Рекомендована висота встановлення від 1,5 до 3,5 метрів. Регулювання вуличним освітлення реалізується шляхом розміщення датчика напрямленим на вікно в приміщенні. Розрахована потужність навантаження до 1,2 кВт ламп розжарювання та 800 ВА люмінесцентних ламп, наявність регуляторів заданого інтервалу часу, чутливості та світлового потоку, які знаходяться під кришкою



Рис.1.7 НВЧ датчик ДД-МВ301

Розглянемо гібридні датчики руху. SWAN-1000 - пасивний комбінований інфрачервоний і мікрохвильовою (заснований на ефекті Доплера) детектор(рис.1.8). Використання мікроконтролера для аналізів сигналів від сенсорів дає максимальний захист від помилкових тривог. Особливостями датчика є тверда лінза, мікрохвильова детекція, великий діапазон висот установки, спектральний аналіз, який проводиться на апаратному рівні. Прилад стійкий до навколишнього середовища,

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ізолюваний від попадання пилу всередину. Є т від злomu. Робоча температура: від -20 до +60 °C. Матеріал: пластик. Вага: 120 г.



Рис.1.8 SWAN-1000

Сповіщувачі серії Forteza (рис.1.9) застосовуються для охорони прямолінійних ділянок периметра. Об'єктами можуть бути: промислові підприємства, аеропорти, об'єкти силових структур, електростанції, приватні ділянки і багато іншого. Принцип дії заснований на створенні між приймачем і передавачем невидимою об'ємної зони виявлення. При попаданні порушника в цю зону, приймач реєструє і формує сигнал тривоги. Загальні відомості з огляду на багаторічну статистику експлуатації цих сповіщувачів, можна зробити висновок, що вони мають високу здатність до виявлення, гарною завадостійкістю, прості в монтажі і налаштуванні, а також не вимагають істотних витрат по їх сезонному обслуговуванню. Сповіщувачі стійкі до впливу дощу, снігу, туману, блискавок, сонячної радіації, полів ЛЕП (до 500 кВ), рослинності, дрібних птахів і тварин. Широкий ряд модифікацій по дальності, частоті і робочій температурі дозволяє підбирати оптимальні варіанти охорони периметра в різних кліматичних умовах. Для управління сповіщувачами і передачі сигналу тривоги використовуються як традиційні "сухі" контакти реле, так і інтерфейси RS-485 і USB. Це робить сповіщувачі легко сумісними з багатьма сучасними інтегрованими системами

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охорони і популярними приймально-контрольними панелями. Сповіщувачі мають повністю процесорну обробку сигналу, для якої використовуються останні і найбільш ефективні напрацювання і алгоритми. Відмінні риси Сповіщувачі серії Forteza - модернізація і подальший розвиток сповіщувачів серії БАР'ЄР. Робота на частоті 24,15 ГГц дозволяє: - виключити отримання дозволу ГКРЧ; - мінімізувати вплив різного роду перешкод; - забезпечити вузьку зону виявлення і тим самим розширити застосовність. Налаштування параметрів сповіщувача за допомогою спеціальної (під управлінням Windows, Android) програми через USB, дозволяє встановити оптимальний режим роботи, в тому числі віддалено з поста охорони по інтерфейсу RS-485. Органи управління, розташовані безпосередньо на блоці приймача, дозволяють робити калібрування сповіщувача без спеціального обладнання, за допомогою вольтметра. Використання чотирьох частотних номіналів виключає засвічення від сусідніх сповіщувачів.



Рис.1.9 НВЧ+ІЧ датчик Forteza-100

1.5 Модуль зв'язку по радіоканалу з ППКО

Розглянемо приймач сигналу від бездротових датчиків руху, радіогерконів, дзвінків і пультів дистанційного керування з 24-бітовим

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протоколом кодерів 2260/2262/2264/1527. Також будуть представлені чотири кнопкових передавачі для емуляції бездротових датчиків, дзвінків і управління різними радіореле з протоколами 2260/2262/2264/1527, що наявні у широкому доступу. Схема приймача і передавача наведено на рис.2.4

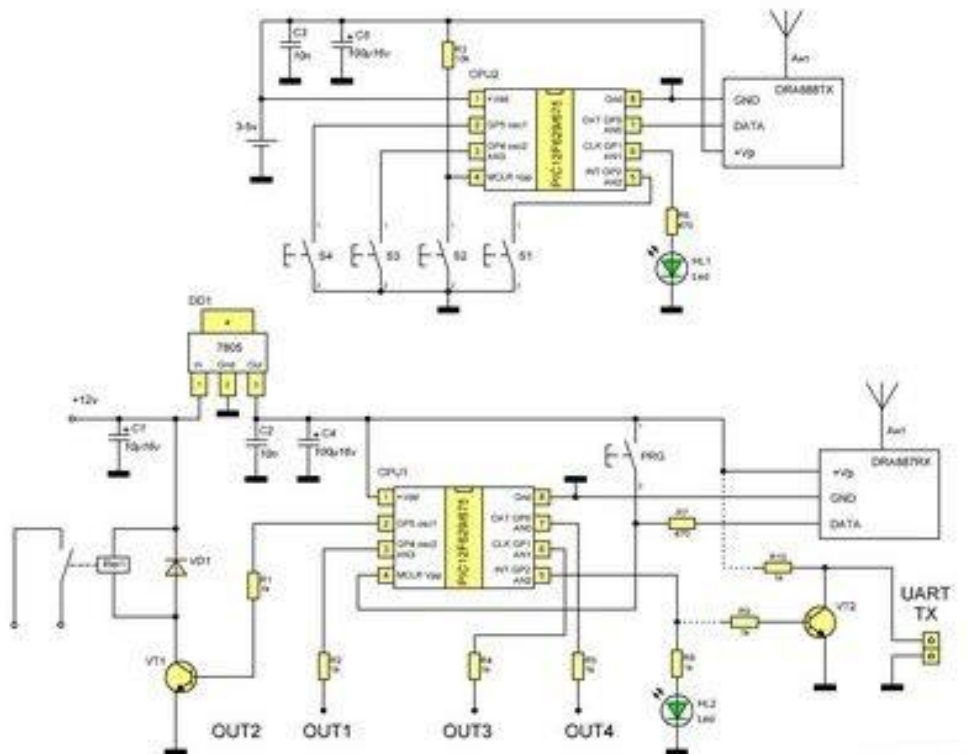


Рис.2.4 Електрична принципова схема приймача та передавача

Розберемося з принципом функціоналу.

Кодер SC1527:

- 1 імпульс преамбули, 24 імпульсу даних;
- адреса пульта вже зашита в мікросхемі;
- останні 4 біта в посилці - це код натиснутої кнопки.

Кодер RT2262:

- 24 імпульсу даних, 1 завершальний імпульс;
- адреса пульта задається перемичками (одна перемичка задає 2 біта в посилці);

- останні 8 біт (4 перемички) в посилці - це код натиснутої кнопки.

Преамбула - імпульс 500 мкс і пауза 16 мс (співвідношення 1:32).

Одиниця - імпульс 1500 мкс і пауза 500 мкс (співвідношення 3: 1).

Нуль - імпульс 500 мкс і пауза 1500 мкс (співвідношення 1: 3).

Довжина посилки завжди однакова.

Принцип роботи програми приймача: приймач приймає код з ефіру (якщо протягом 2,5мс імпульсів немає, то посилка вважається прийнятою) і перевіряє, в якій комірці своєї EEPROM він може знаходитися. Якщо такий код знайдений, то підпрограма повертає номер позиції EEPROM і виконується відповідна команда (перемикається відповідне реле на виході), якщо код не знайдений, то контролер знову переходить до опитування приймача. Для більшої завадостійкості має прийти не менше двох однакових посилок, як це зроблено в декодері PT2294. Тривалість сигналів імпульс / пауза може варіюватися в межах 100..2500 мкс із співвідношенням 1: 2 до 1: 5 (стандартне значення 1: 3, але як правило в кодерах воно не витримується)(Рис.2.5).

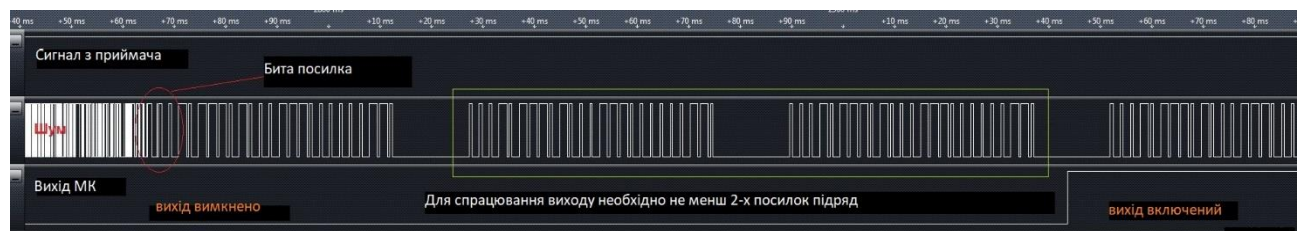


Рис.2.5 Часова діаграма посилок

Виходи приймача можуть працювати в чотирьох режимах: Key, TimerSec, TimerMin і Trigger.

- Key: натиснули кнопку пульта - вихід включився, відпустили кнопку - відключився. Затримка відключення 300мс.
- TimerSec: натиснули кнопку пульта - вихід включився на X секунд, ще раз натиснули - вимкнувся.
- TimerMin: натиснули кнопку пульта - вихід включився на X хвилин, ще раз натиснули - вимкнувся.
- Trigger: натиснули кнопку пульта - вихід включився, ще раз натиснули - вимкнувся.

Кожен вихід налаштовується в EEPROM індивідуально.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як для формування інтервалів часу в режимі "Таймер" використовується загальний для всіх каналів генератор, то затримки відключення виходів можуть плавати:

- для режиму "ТаймерСек" похибка становитиме до 1 секунди.
- для режиму "ТаймерМін" похибка становитиме до 1 хвилини.

Прив'язка пультів і датчиків до приймача (для прошивок з одним пультом)

Режим програмування активується утриманням кнопки PRG на 8 секунд.

При вході в режим програмування включиться Led.

Далі необхідно на пульті натиснути поспіль 4 кнопки або зробити спрацювання датчиків руху, далі приймач сам вийде з режиму програмування. При запам'ятовуванні кнопки Led блимне на 100мс. При виході з режиму програмування Led відключається.

Кожна кнопка прив'язується до свого виходу приймача послідовно від 1 до 4. Якщо будь-якої вихід не потрібен, то при програмуванні необхідно повторно натиснути ту ж кнопку пульта (при однакових кодах кнопок спрацює перша по ходу умова).

Вихід з режиму програмування можна зробити утриманням кнопки PRG на 8 секунд.

Прив'язка пультів і датчиків до приймача (для прошивок з декількома пультами).

Режим програмування активується утриманням кнопки PRG на 5 секунд.

Включиться світлодіод. Якщо відпустити кнопку, то програмується перший пульт. Якщо продовжити утримувати кнопку, то через 2 секунди світлодіод мигне на 200мс - це режим програмування другого пульта і т.д. Після 6 пульта, відбудеться вихід з режиму програмування (Led гасне).

Далі необхідно на пульті натиснути поспіль 4 кнопки або зробити спрацювання датчиків руху, далі приймач сам вийде з режиму

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

програмування. При запам'ятовуванні кнопки Led блимне на 100мс. При виході з режиму програмування Led згасне.

Кожна кнопка прив'язується до свого виходу приймача послідовно від 1 до 4. Якщо будь-якої вихід не потрібен, то при програмуванні необхідно повторно натиснути ту ж кнопку пульта (при однакових кодах кнопок спрацює перше по ходу умова).

Вихід з режиму програмування можна зробити в будь-який момент довгим утриманням кнопки PRG.

Приймач з прошивкою RF_2262_4_RELE_vX.Xu може виступати в якості сканера кодів, для цього в схемі передбачено транзистор, з колектора якого можна зняти сигнал на TTL-USB конвертор і вважати дані програмою-терміналом на ПК. При прийомі будь-якого коду формату 2260/2262/2264/1527, приймач відправляє на вихід цей код у форматі UART 9600 8n1. [6]

1.6 Способи підключення датчиків руху

Підключити сучасний датчик руху для керуванням освітлення або звуковою сиреною дуже просто. Для цього на кожному датчику є клема, що складається з трьох (рідше чотирьох) виводів: L – фазний вхідний провід, N – нульовий вхідний провід, і клема, яка може позначатися стрілкою → або поєднанням літери L зі стрілочкою →, або буквою A. У будь-якому випадку разом з новим датчиком в його паспорті повинна бути приведена схема підключення. Дуже рідко зустрічається четверта клема PE, до якої підключається захисне заземлення. Ні в якому разі не можна путати нуль робочий (N) із захисним заземленням (PE). Вони виконують абсолютно різні функції.

До клеми L підключають фазний провід, який зазвичай має ізоляцію коричневого або червоного кольору. Однак, він може бути і іншого кольору, перед підключенням потрібно переконавшись, що провід саме фазний за

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою викрутки-індикатора. Клема розрахована на підключення мідного дроту площею поперечного перерізу не більше 1.5 мм.

Якщо провід багатожильний, то зачищений кінець треба залудити або надіти накінецьник і обжати. До клеми N підключають нульовий робочий провід (не плутати з захисним нулем!). У електропроводці він повинен бути синього кольору, але може бути і іншого. Викруткою-індикатором слід перевірити чи немає на ньому фази, а також переконатися, що між фазним проводом і нулем напруга становить 220 В. Це легко зробити мультиметром.

До третьої клеми підключається світильник (або група світильників), динамічна головка, вентилятор чи інше навантаження. Дуже важливо переконаватися в тому, що їх сумарна потужність не перевищує номінальної потужності навантаження конкретного датчика руху. Схема комутації такого датчика представлена на рисунку 1.10 [3].

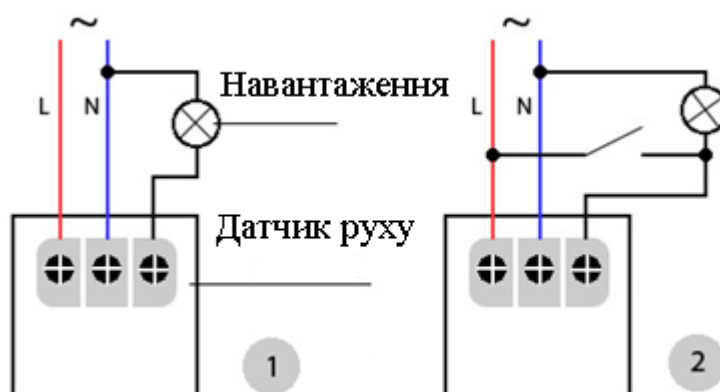


Рис. 1.10. Загальна схема підключення датчика руху

Бувають ситуації, що вимагають постійної роботи навантаження, наприклад світильників. При вході в гараж людини датчик увімкнув світло, а потім господар поліз під машину і датчик, не побачивши ніякого руху, світло вимкне через час затримки. Щоб цього не трапилося паралельно датчику додають вимикач. Такий спосіб підключення показаний на рисунку 1.10 [7].

Після того, як робота в гаражі закінчена, господар вимикає світло, але рух в полі зору датчика активізує його, тому живлення світильників йде через реле датчика. Як тільки будь-який рух в гаражі припиняється, після закінчення часу затримки, датчик вимикає світло.

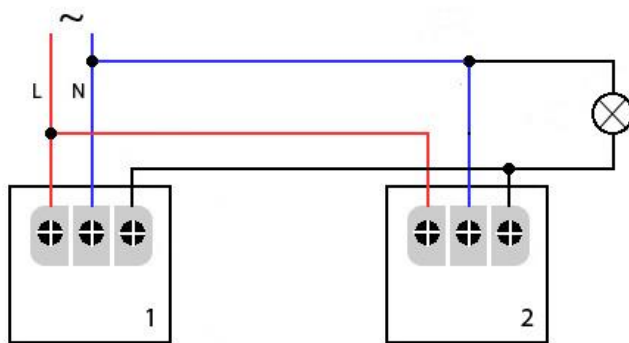


Рис. 1.11. Спосіб підключення декількох датчиків руху

У довгих коридорах або при русі по східцях, в приміщеннях складної форми бувають ситуації, коли один датчик руху не може «обслуговувати» всю зону, яка вимагає освітлення. В цьому випадку зона розбивається на ділянки, кожен з яких буде обслуговувати свій датчик руху, який підключається до іншого паралельно. Світильники при цьому підключаються до одного з датчиків.

Більшість датчиків руху розраховані на навантаження від 500 Вт до 1000 Вт, однак може виникнути ситуація, коли необхідно підключити потужніше навантаження. Наприклад, при вході на садову доріжку має загорятися освітлення доріжок, освітлення ставка і запускатися фонтан. Тоді замість потужного навантаження до датчика руху підключають котушку магнітного пускача, яка впливає на силові контакти, розраховані на велике навантаження. Схема підключення при такому способі показана на рисунку 1.12.

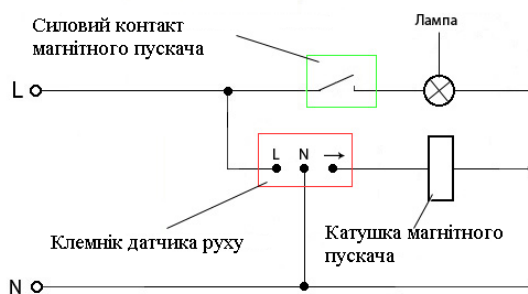


Рис. 1.12. Схема підключення датчика руху до потужного навантаження

1.7 Правила розташування датчиків руху

Установка датчиків руху в приміщеннях

Рекомендується до початку установки накреслити план приміщення і помітити місця установки датчиків. Для цього малюються їх діаграми спрямованості і при цьому домагаються того, щоб датчик виконував свою функцію, тобто при вході людини в приміщення і переміщенні у всіх його частинах датчик реагував на ІЧ випромінювання. При плануванні розміщення датчиків слід дотримуватися таких правил:

1. Пряме світло від ламп не повинно падати на датчик руху.
2. У зоні спрацьовування датчика не повинно бути прозорих перегородок, інфрачервоне випромінювання не проходить через скло.
3. В зоні дії датчика не повинно бути великих предметів, що сильно ускладнюють огляд, радіатори опалення і кондиціонери також не повинні потрапляти в зону видимості, так як датчик фіксує рух будь-яких нагрітих об'єктів, в тому числі і потоків повітря.

У великих приміщеннях використовують датчики руху, закріплені на стіні з круговою зоною виявлення, причому розміщують їх в геометричному центрі.

Установка датчиків руху на вулиці

В цьому випадку також рекомендується викреслити план ділянки, де потрібно показати розташування будинку, великих дерев, інших будівель, освітлюваних зон і світильників. Тільки після цього можна приступати до планування розміщення датчиків. На схемі показуються зони дії датчиків. При цьому дотримуються таких правил:

1. Датчики не повинні знаходитися в місцях дії прямих сонячних променів і атмосферних опадів.
2. Між датчиком і зоною його спрацьовування не повинно знаходитися

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

великих дерев, чагарників, джерел тепла і прямих променів від світильників.

3. Не слід розраховувати на максимальну відстань спрацьовування, так як тоді датчик може несанкціоновано спрацьовувати від інших об'єктів. Краще навіть трохи «притушити» його зону шляхом невеликого нахилу, але тоді він буде гарантовано спрацьовувати від людини.

4. Якщо зонна діаграма датчика занадто широка, її легко звужити спеціальними шторками. При їх відсутності можна приклеїти смужки з непрозорого матеріалу прямо на зовнішню сторону лінзи Френеля.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до 1-го розділу

Серед різних типів датчиків руху було вирішено детальніше зупинитися на одному з них, а саме – гібридному датчику руху. Було розглянуто основні параметри та характеристики датчиків руху різних типів, їх особливості, схеми підключення та правила розташування. Відповідно до цього було наведено основні сфери застосування датчиків руху, та приведено можливі варіанти модернізування електронної апаратури за допомогою використання даних датчиків.

Було прийнято рішення про можливе модифікування гібридного датчика руху. Можливо об'єднати функції ІЧ, УЗ, ДРС-датчиків, ППКО, безпроводне та провідне підключення в одному корпусі. Об'єднання провідного та безпроводного підключення датчика є доцільним при експлуатації датчика на різних за типом об'єктах (офіс, квартира, будівництво, чорновий монтаж). Цей пристрій буде досить ефективним в застосуванні. Важливим критерієм прийняття рішення стало те, що при простій конструкції пристрою, він працює досить надійно і ефективно.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ

2.1 Розробка структурної схеми гібридного датчика руху

Оскільки майбутній датчик руху буде поєднувати в собі функціонал ІЧ, НВЧ, ДРС- сенсорів, з провідним підключенням.

Датчик (рис.2.1) включає в себе ІЧ-детектор з аналоговим виходом, нанопотужні операційні підсилювачі (ОП), нанопотужні компаратори, МК бездротової мережі з наднизьким споживанням. Активний смуговий фільтр з високим входним опором, що дозволяє підключати його безпосередньо до виходу датчика, не вносячи навантаження в його вихідний ланцюг. Два компаратора утворюють двопорогову схему, що дозволяє порівняти посилений вихідний сигнал ІЧ-детектора з фіксованими порогами і відрізнити корисний сигнал, обумовлений рухом об'єкта, від шуму. Два вихода двопорогового компаратора є джерелами переривань МК бездротової мережі, завдяки чому МК може залишатися в малопотужному сплячому режимі до тих пір, поки не буде виявлено рух, і «прокидатися» лише за фактом виявлення руху для відправки повідомлення віддаленого контролера бездротової мережі. Завдяки наноамперному струмоспоживанню аналогових компонентів, даний проект дозволяє досягти десятирічного терміну служби датчика від однієї літієвої батареї, наприклад CR2032.

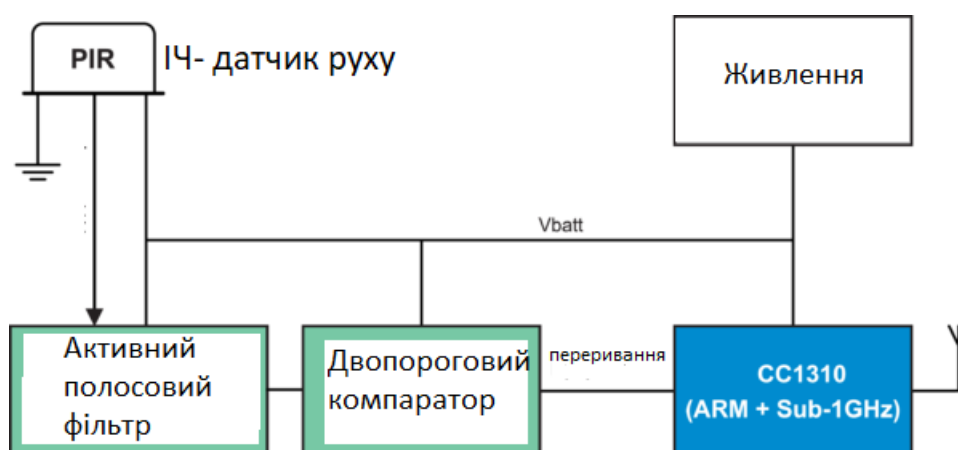


Рис.2.1 Структурна схема ІЧ-датчика руху

Схема живлення включає НВЧ-генератор (автодин). Сигнал поступає на підсилювач НЧ через загороджуючий ФВЧ. У ході посилення сигнал

попадає на компаратор, попередньо пройшовши через піковий детектор. Тривожний вихід стоїть після компаратора(рис.2.2).

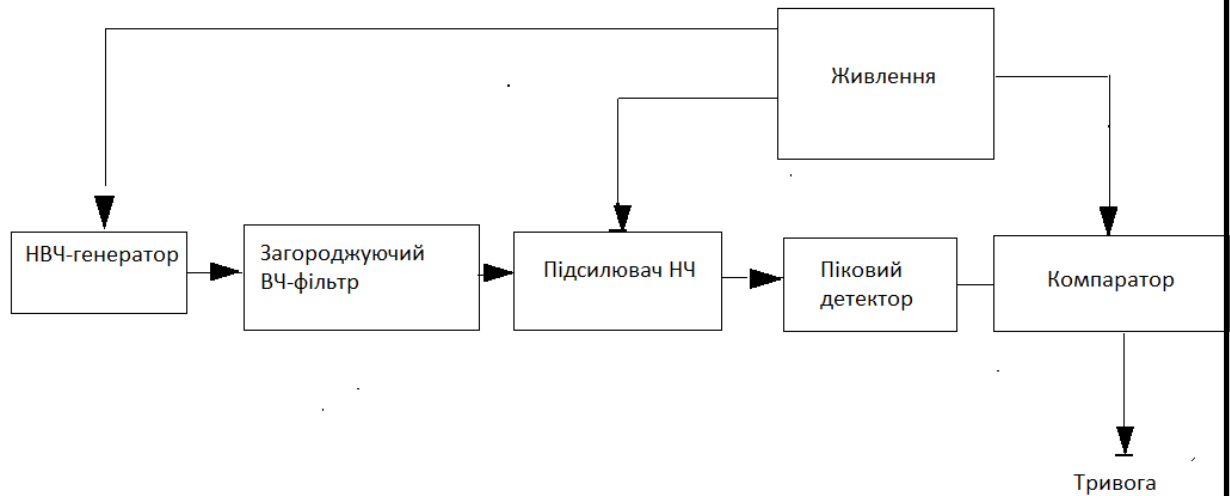


Рис.2.2 Структурна схема НВЧ-датчика

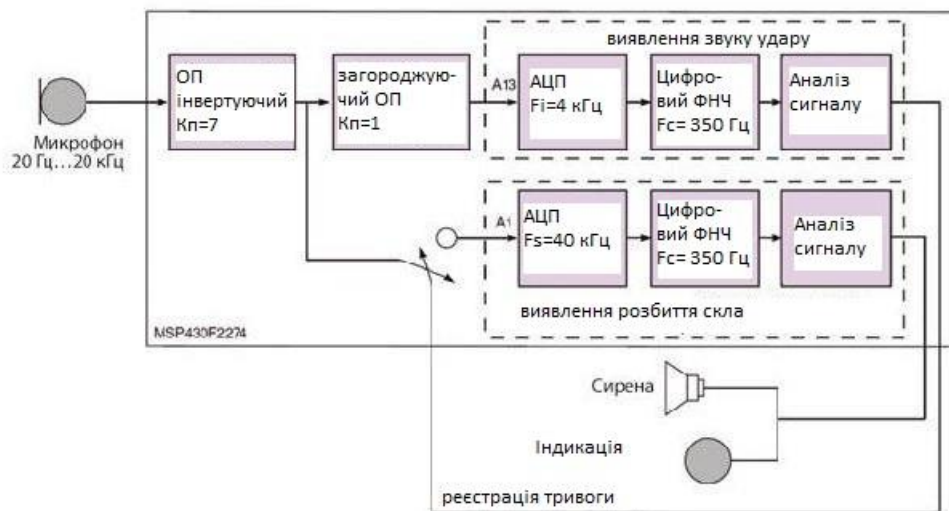


Рис.2.3 Структурна схема ДРС

Відповідно з урахуванням принципів комплементарності елементів гібридного датчика було синтезовано структурну схему даного пристрою (додаток А).

2.1.1 Схема НВЧ датчика

Розглянемо окрему схему НВЧ датчика(рис.2.4). При розробці датчика ставилося завдання створення альтернативи імпортним датчикам руху. Ставилося завдання створити датчик за компоновкою простий,

надійний і дешевий, технологічний у виготовленні і майже не поступається імпортовим по габаритним характеристикам. Датчик реалізований повністю на старій радянській елементній базі, наявній у радіоаматорів у великій кількості. Корпусом датчика є фотоапарат з розмірами порожнини внутрішньої частини 54x95 мм. Якщо датчик встановлено на діелектричній підставці, то діаграма спрямованості є сфера з надійною чутливістю 2-3 метра. Якщо датчик встановлений на алюмінієвій підставці з розмірами в півтора рази більшими плати датчика, то діаграма спрямованості є конус 120 градусів, а надійна чутливість зростає вдвічі. Датчик не чутливий до великих перепадів температури, а імпульси вихідного реле сумісні з приймально-контрольними приладами охорони, розрахованими на імпульсні магніто-контактні датчики. Датчик опублікований в журналі Радіо №12 / 2002р. стр. 41.[8]

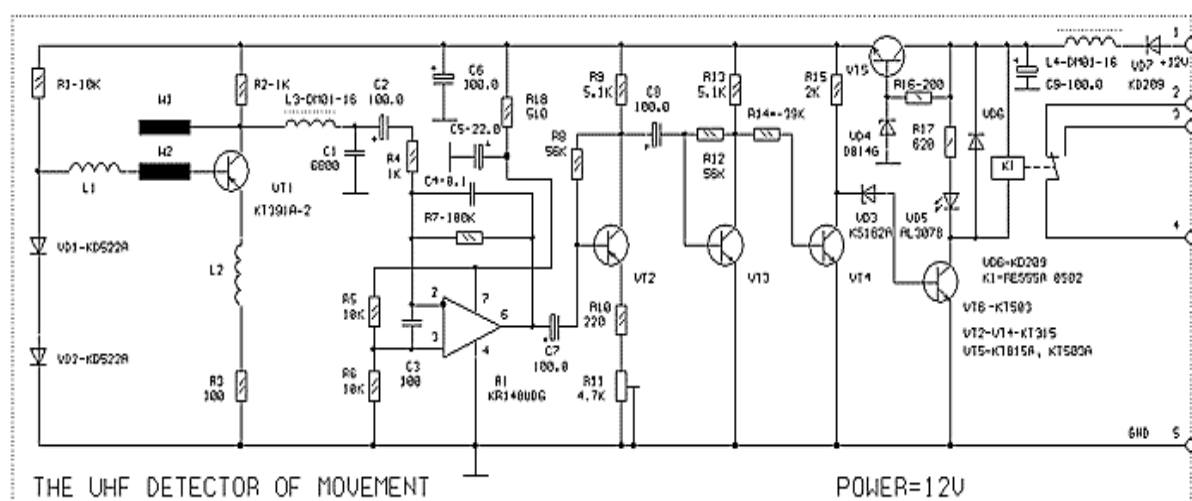


Рис.2.4 Електрична принципова схема НВЧ датчика

На транзисторі VT1 зібраний автодин - автогенератор частотою 2.4 ГГц з м'яким самозбудженням. Він же є гетеродином і змішувачем для відбитого сигналу. При появі в зоні охорони рухомого об'єкту частота прийнятого сигналу змінюється на величину доплерівського зміщення, яке становить одиниці Гц. Цей сигнал через ФНЧ L3, C1 і конденсатор C2 надходить на вхід каскаду на A1, який одночасно є і підсилювачем і ІЧ ФНЧ-фільтром. Далі сигнал підсилюється підсилювачем змінного струму, що забезпечує високу термостабільність. Резистор R11 відповідає за чутливість.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Роль компаратора виконують стабілітрон VD3 і реле K1. Так як порівняння сигналів відбувається на відносно потужному сигналі, то питання про стабільність порогу компарації відпадає саме собою. Недоліком схеми є чутливість до зниження напруги живлення. Вона не повинна бути нижче 11 В. Якщо охоронна система живиться від акумулятора 12 вольт, то для того, щоб при осіданні напруги акумулятора датчик продовжував нормально працювати, до складу системи можна включити підвищуючий стабілізатор живлення(рис.2.5)

Основа схеми - генератор на ІМС NE555 який генерує прямокутні імпульси з частотою 30 кГц, так само в схему входять індуктивний накопичувач енергії (котушка індуктивності, дросель), блокувальний діод (1,1А / 60В) і стабілізатор. Вхідна напруга живлення перетворювача від 5 до 12 В (номінальне 9 В), вихідний обмежено стабілізатором до 15 В (без стабілізатора може досягати 40 В і більше).

У зв'язку з тим, що без навантаження напруга на виході перетворювача (до стабілізатора 7815) може перевищити 40 В, введено ланцюг зворотного зв'язку, який обмежує вихідну напругу перетворювача до 27 В.

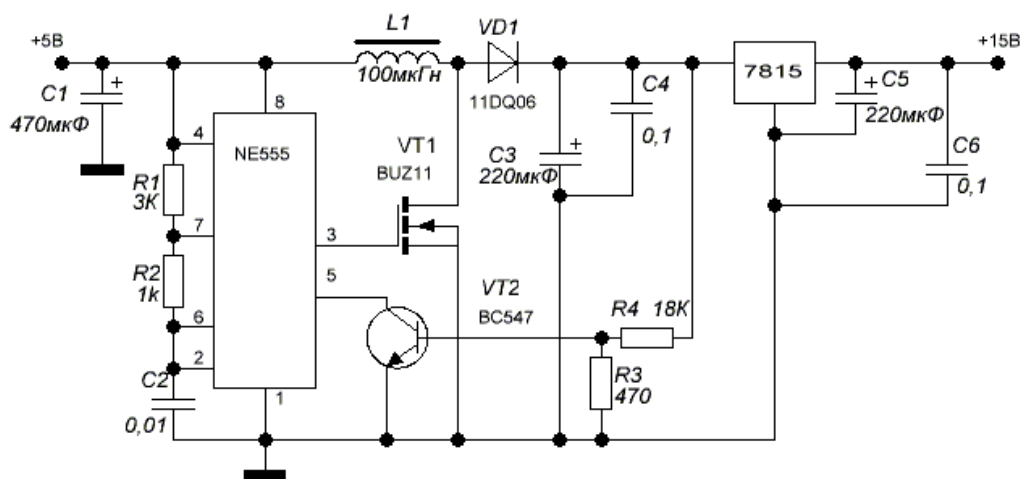
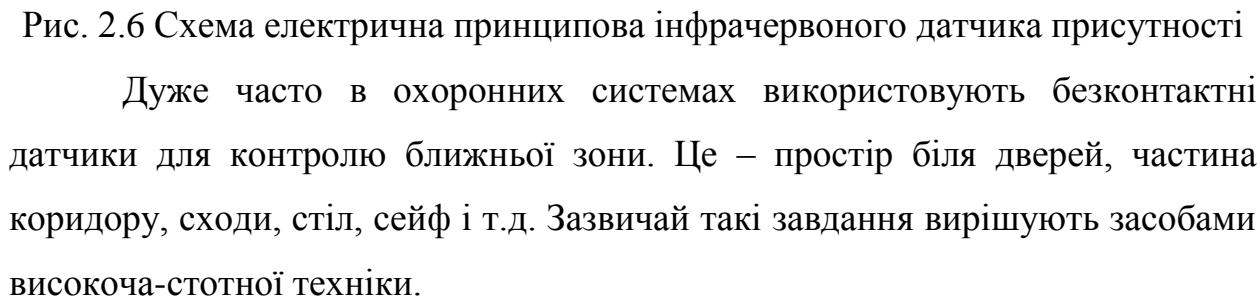


Рис.2.5 Електрична принципова схема підвищуючого перетворювача
DC-DC 5-12 В

2.1.2 Схема ІЧ-датчика

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59



Протяжність цих імпульсів $t_{имп} = 0.7 \cdot R3 \cdot C2 = 10 \text{ мкс}$, а період $T = 1.4 \cdot R2 \cdot C1 = 0.2 \text{ с}$. Відбитий інфрачервоний імпульс потрапляє на фотодіод. Після посилення та обмеження мікросхемою DA1 він надходить на один із входів елемента DD2.1. Якщо відбитий імпульс збігається з випромінюваним, то на виході DD2.1 виникає короткий імпульс низького рівня, який запускає

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одновібратор (DD2.2, DD2.3). На виході одновібратора виникає імпульс тривалістю $T = 0.7 \cdot R8 \cdot C7 = 0.1c$. Він надходить на вхід звукового генератора (DD2.4, DD1.6). Динамічна головка видає короткий звуковий сигнал частотою близько 1400 Гц.

Так прилад «озвучує» відбиті інфрачервоні імпульси. Серія таких імпульсів буде трансформуватися в тривожно звучну послідовність, з частотою відбитих інфрачервоних імпульсів. У таблиці 2.1 показано дальність виявлення людини і стіни в залежності від струму в ІЧ діоді, тобто від опору резистора R5.

Дальність виявлення об'єкта в залежності від струму в ІЧ діоді

Таблиця 2.1

I, A (R5, Ом)	D _{люд} , м	D _{ст} , м
0.04 (62)	0.5...0.9	1.5
0.16 (16)	1...1.6	3
0.64 (3.9)	1.8...2.5	4.3

Вимірювання були проведені при напрузі живлення 6 В. Мінімальне значення відповідає людині в темному халаті. Пристрій зібрано на друкованій платі із двосторонньо-фольгованого склотекстоліту товщиною 1.5 мм. Фольга під деталями використана лише в якості загального проводу.

В мікросхему DA1 входить високочутливий підсилювач, тому її потрібно екранувати. Екран згинають з жерсті у вигляді відкритої коробки розмірами 32-16-10 мм. Її пропаюють в кутах, в «кришці» роблять отвір під фотодіод, низ вирівнюють широким напильником з дрібною насічкою і припаюють до фольги плати. Якщо потрібно заекранувати і фотодіод, його поміщають в тонкостінну металеву трубку відповідного діаметру і довжини, яку припаюють безпосередньо до коробки екрану.

Правильно зібраний пристрій зазвичай відразу починає працювати в режимі тривоги – стеля, стіни, меблі дають цілком достатній відбитий сигнал. Але якщо він продовжує звучати і покладений «обличчям» на стіл, то

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потрібно буде виявити і ліквідувати шлях проникнення ІЧ випромінювання на фотодіод усередині самого приладу. Після цього залишиться визначити отриману «далекобійність» і виставити потрібну підбором опору резистора R5.

Іноді настільки безпосередня реакція приладу, що озвучує кожен відбитий імпульс, зовсім не обов'язкова. При необхідності можна змінити частину схеми так, щоб сигнал тривоги формувався лише при проходженні компактної групи відбитих сигналів.

Сигнал тривоги пролунає лише в тому випадку, якщо на вхід лічильника DD3.1 надійдуть чотири відбитих імпульси. Тобто якщо на одному з таких тимчасових інтервалів датчик зафіксує чотири відбитих імпульси, він включить сигнал тривоги. Час її звучання близько 2.4 с. Якщо об'єкт не вийде із зони контролю, сигнал тривоги повториться.

Пристрій може увійти в охоронну систему в якості одного з її датчиків. Для неї буде являти інтерес лише сигнал, що виникає на виході елемента DD2.1. У таблиці 2.2 показані залежності струму, споживаного ІЧ сенсором в статичному режимі ($I_{\text{стат}}$), споживаного їм в режимі тривоги ($I_{\text{тр}}$), а також по-тужності тривожного сигналу ($P_{\text{тр}}$) від напруги джерела живлення ($U_{\text{жив}}$) при опорі динамічної головки $HA1 = 25 \text{ Ом}$ і $R5 = 16 \text{ Ом}$.

Таблиця 2.2

Залежності струму споживаного ІЧ діодом для різних режимів від напруги $U_{\text{ж}}$

$U_{\text{жив}}, \text{В}$	$I_{\text{стат}}, \text{мА}$	$I_{\text{тр}}, \text{мА}$	$P_{\text{тр}}, \text{мВт}$
6	2	14	150
5	1.4	13	100
4.3	1.1	11.5	70

2.3.1 Синтез СВЧ частини гібридного датчика руху

Синтезуємо схему СВЧ датчика руху без розрахунку потужності на резисторах за допомогою ПЗ «Proteus», враховуючи аналоги радянських

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компонентів. А саме діод КД522 – 1n4148; мікропотужний багатофункціональний підсилювач КР140УД12 – LT1208; транзистор КТ391 – BSS64.

Проектування автогенератора заключається у виконанні умов самозбудження коливань на частоті 2.4 ГГц. Розробка такого компоненту вимагає використання складних еквівалентних схем активних елементів, врахування «паразитних» параметрів інших компонентів та пристроїв. Дані фактори, а також специфіка частотного діапазону вимагає проектування в ПЗ «Proteus». В даному випадку необхідно створити умови існування автогенерації.

На рис.2.7 представлено спрощену еквівалентну схему транзисторного автогенератора з ПЗЗ.

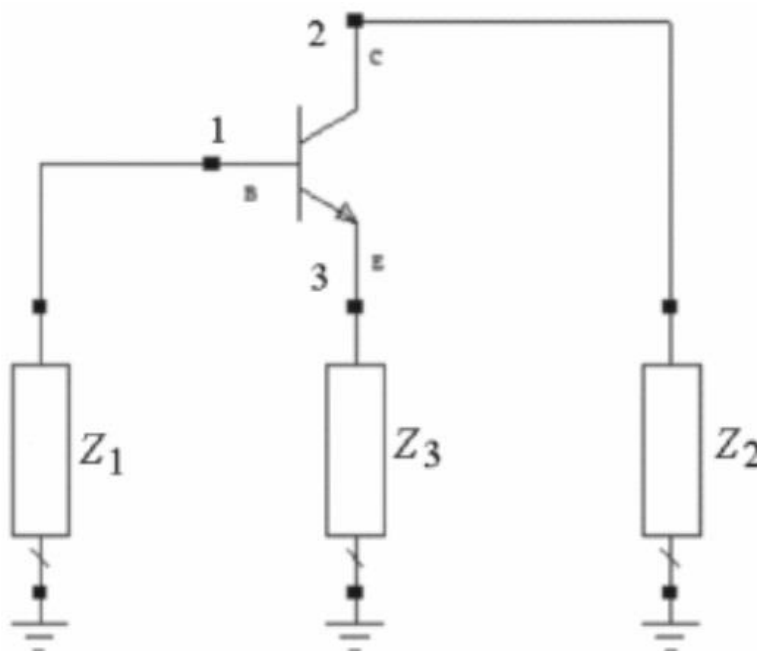


Рис. 2.7 Спрощена еквівалентна схема НВЧ-генератора

На схемі Z_1 , Z_2 , Z_3 – двополюсні елементи, які підключені, відповідно, до базового, колекторного та емітерного виводів. Ці двополюсники включають в себе реактивності, необхідні для забезпечення умов генерації. Крім того Z_2 ще й враховує опір навантаження.

При використанні концепції нелінійного двополюсника з негативним опором, розробку транзисторного автогенератора часто здійснюють в 2

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

етапи: аналіз в лінійному та нелінійному режимах. На першому етапі досліджуються імпедансні характеристики активного елемента генератора (частина схеми, яка включає в себе транзистор) в лінійному режимі з метою створення схеми, яка забезпечує негативну дійсну складову вхідного імпедансу АЕ. На другому етапі (нелінійний аналіз) для отриманої схеми автогенератора досліджуються характеристики його стаціонарного режиму. На рис. 2.8 а) наведено частотні залежності дійсної складової $\text{Re } Z_C$ та уявної складової $\text{Im } Z_C$ вхідного опору АЕ автогенератора на надвисокочастотному гетероперехідному SiGe – транзисторі зі сторони його колекторного виводу в лінійному режимі.

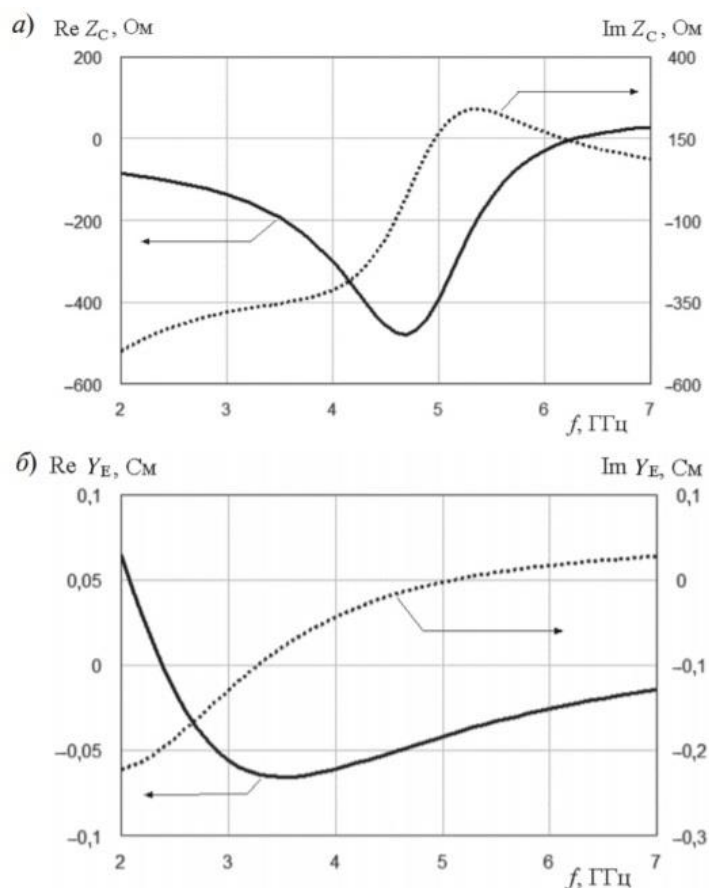


Рис. 2.8 Імпедансні характеристики активного елемента в лінійному режимі

Як видно з наведених залежностей, при відповідному виборі резистивного навантаження (двополюсник Z_2 на рис.2.9) можна очікувати установа режиму автоколивань на частоті порядку 5 ГГц, оскільки на

даній частоті $R_e Z_C < 0$, $\text{Im } Z_C = 0$. При цьому на частоті можливих автоколивань ($f = 5 \text{ ГГц}$) справедлива нерівність $\frac{\partial(\text{Im } Z_C)}{\partial \omega} > 0$, що дозволяє очікувати виконання умови стійкості для генератора на двополюснику з негативним опором. Однак при моделюванні вперше не вдалося отримати автоколивань. При діагностиці на частоті в 5.08 ГГц з вихідною потужністю $5,6 \text{ мВт}$ все-таки вдалося створити умови для автоколивань.

Графічне зображення результату моделювання у ПЗ «Multisim» наведено у додатку Б. Варто зазначити, що при симуляції синтезованої схеми було виявлені наступні фактори:

1) Просідання живлення при 9В до $12,15 \text{ В}$, та вирівнюванням на виході стабілізатора напруги до початкового значення (рис.2.9);

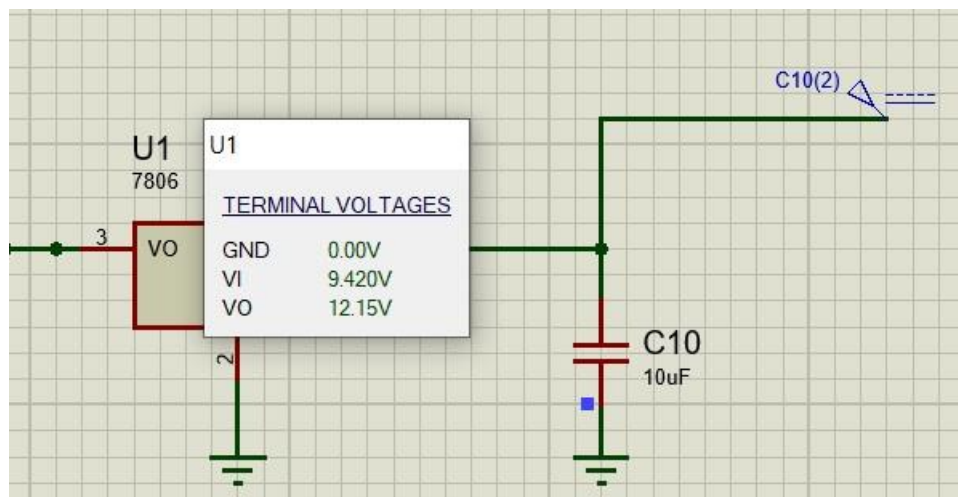


Рис.2.9 Робота стабілізатора напруги LM7806

2) Моделювання каскаду $R1$, $C1$, $VD1$, $VD2$, $VT1$, $L3$, $C6$ які є складовими СВЧ-генератора сильно навантажують ресурс ПЗ «Proteus», тому прийнято рішення імітації вхідного сигналу з автодина звичайним генератором синусоїдальної напруги. Відповідно у даному випадку відображається лише режим спрацювання датчика руху.

3) Дані транзистора BSS64 відсутні у бібліотеці для фізичної симуляції. Відповідно світлодіод буде статично світитися.

Розрахунок розсіюваної потужності резисторів на вході живлення:

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$P_1 = \frac{U_{\text{ЖИВ}}^2}{R_1} = \frac{144}{10^4} = 0,0144 \text{ Вт};$$

В режимі спрацювання електричні параметри схеми виглядають наступним чином через 20 секунд після початку симуляції (рис. 2.10)

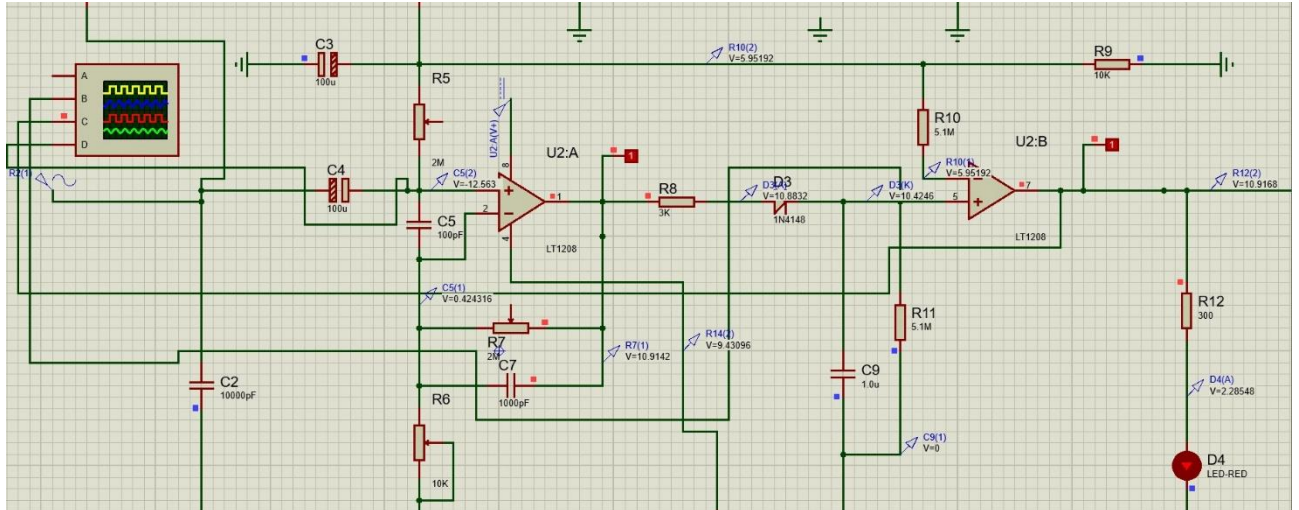


Рис.2.10 Електричні параметри електронних компонентів НВЧ-частини комбінованого датчика

Для симуляції режиму «Тривога» на виході компаратора розміщено світлодіод, який, відповідно світиться.

Рівень сигналу на виході у режимі «Тривога» просідає на 1,1 В, що не є критичним для спрацювання реле на тривожний вихід до ППКО.

2.3.2 Синтез ІЧ частини гібридного датчика руху

Оскільки у розроблюваній схемі необхідно об'єднати декілька фізичних принципів індикації охоронної зони, тому необхідно узгодити сигнали на тривожний вихід з додатковою бездротовою передачею даних до ППКО.

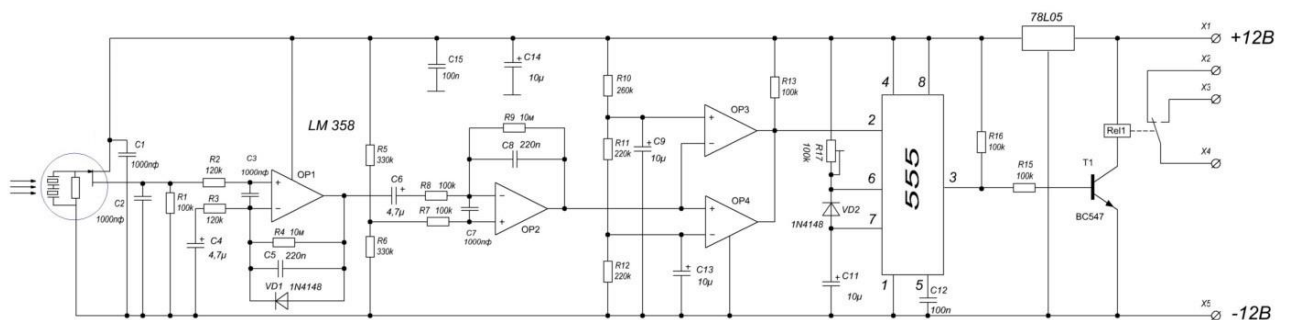


Рис. 2.11 Електрична принципова ІЧ-датчика руху

Проведемо симуляцію схеми рис.2.11 у ПЗ «Proteus». Компоненти однакових номіналів використовуватимемо з минулої симуляції. Оскільки у програмній бібліотеці відсутня база піроелектриків, то замінемо його у схемі на звичайний генератор сигналу синусоїдального сигналу.

Синтезована схема наведена у додатку В

Розглянемо електричні параметри датчика без сигналу з піроелектрика. Результати потенціалів взято через 20 секунд після початку симуляції схеми (рис. 2.12). Почнемо з першого підсилювача U1:A.

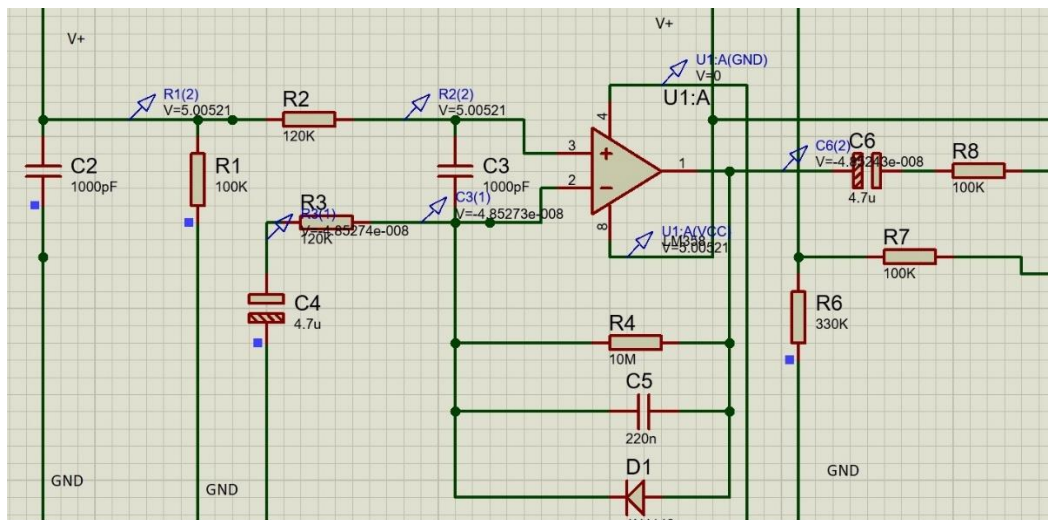


Рис.2.12 Симуляція першого каскаду без сигналу ІЧ-сенсора

На рис.2.12 зображено симуляцію з сигналом імітованого ІЧ-сенсора
Як видно із симуляції напруги вузлів виглядають наступним чином

Таблиця 2.3

Вузол	Потенціал,В
R1-R2-C2-V+	5
R2-C3-U1:A(3)	5
U1:A(4)-GND	0
R3-C4	~0

C3-R4-C5-D1	~0
U1:A(1)-C6	~0

Наведемо значення струмів та потужностей по каскадах

Таблиця 2.4

Вітка	Струм	Потужність
R1-GND	50,05 μ A	250,5 μ W
R2- U1:A(3)	10 pA	0
R3-C4- U1:A(2)	1.444 fA	0
U1:A(2)-7805	5 pA	0

На конденсаторі C6 падає напруга у 40 нВ, на резисторі R8 -115 пВ, через дільник напруги R6, R7 - 2,5 В, 250 нВ, відповідно. Через R6 протікає струм 7,5 мкА з розсіюваною потужністю у 19 мкВт. На розділовому конденсаторі C7 – 2,5 В. Значення напруг на 1,2,3,4-му компараторах наведено на рис. 2.13.

U1:B		U1:A		U2:A		U2:B	
TERMINAL VOLTAGES		TERMINAL VOLTAGES		TERMINAL VOLTAGES		TERMINAL VOLTAGES	
+IP	2.503V	+IP	5.005V	+IP	3.146V	+IP	-340.1nV
-IP	-340.1nV	-IP	-48.13nV	-IP	-340.1nV	-IP	1.573V
GND	0.00V	GND	0.00V	GND	0.00V	GND	0.00V
OP	-340.1nV	OP	-300.1nV	OP	5.005V	OP	5.005V
VCC	5.005V	VCC	5.005V	VCC	5.005V	VCC	5.005V

Рис.2.13 Значення напруг на елементах мікросхемах LM358

На фільтрі R9 – C8 – 3,6 пВ. R10-1 та R10 падає напруга $U_{R10,R10-1} = U_{R10} + U_{R10-1} = 1,14 + 0,72 = 1,86$ В. Через вітку R11, R12 напруга 1,53 В зі струмом 7,15 мкА та потужністю у 11,25 мкВт. На фільтруючому конденсаторі C9 на вході до U2:A напруга 3,15 В. R13: 0,5 мкВ, 5 пА. На D2 прикладається пряма напруга 5В, потужність 1,14 нВт, ємність рп – переходу 2,2 пФ. Значення потенціалів на 555 мікросхемі наведено на рис 2.14

U4

TERMINAL VOLTAGES	
CV	3.337V
DC	1.135nV
GND	0.00V
Q	500.5uV
R	5.005V
TH	5.005V
TR	5.005V
VCC	5.005V
TERMINAL LOGIC STATES	
Q	SLO

Рис. 2.14 Значення потенціалів на 555 мікросхемі

На R16 від стабілізатора напруги приходить 5 В зі струмом в 50 мкА з розсіюваною потужністю в 250 мкВт. На приході до бази транзистора BC547 на резисторі 400 нВ напруги та 4 пА струму. При цьому на виході таймера Q відсутній сигнал до бази BC547, а тому він закритий та не подає негативний потенціал на реле, що відповідає зібраній охоронній зоні.

Розглянемо принцип роботи схеми при подачі імітованого сигналу з ІЧ-сенсору. Варто зазначити, що даний сигнал порядку 5 мВ.

На вхідному фільтрі C2-R1 падає напруга 3,36 В, через R1 протікає струм 33,57 мкА, з розсіюваною потужністю 112,7 мкВт. До неінвертуючого входу через R2 підводиться напруга 624,5 мВ, струм – 5,2 мкА, потужність – 3, 25 мкВт, на розділовому конденсаторі C3 до входу в U1:A прикладається напруга 2,08 В. Напруга на елементах R4-C5-D1 70,26 мВ, струм через R4- 7,03 нА з потужністю 493,6 пВт. Через діод D1 з ємністю р-п переходу 3,91 пФ тече струм 173,9 пА з потужністю 12,2 пВт.

Через R5 протікає струм 5,23 мкА, напруга 1,73 В з розсіюваною потужністю 9,04 мк Вт. R6 виконує роль підв'язки до землі з напругою 1,63 В, струмом 4,94 мкА та потужністю 8,05 мкВт.

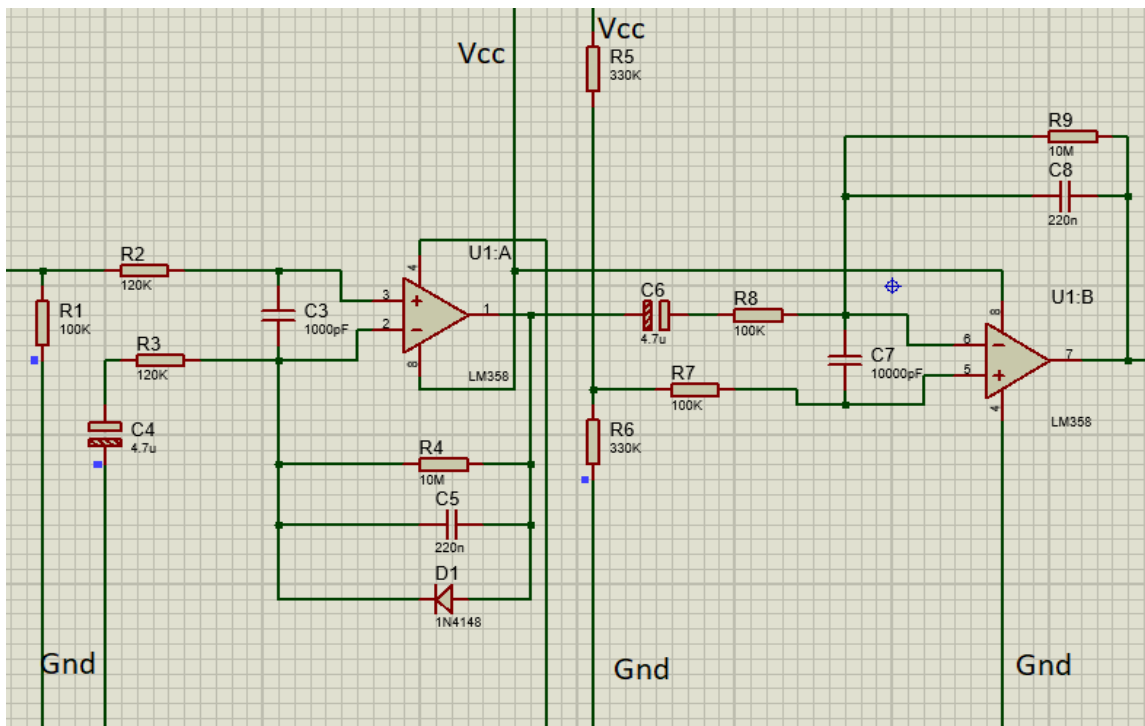


Рис. 2.15 Схема першої LM358 з підв'язкою

На R7 спад напруги 29,64 мВ, струм – 296,4 нА, відповідно потужність 8,78 нВт. На розділовому конденсаторі C7 на вході до U1:B напруга 987,8 мВ. C6-R8 підводять підсилений сигнал на U1:B. Загальна напруга $U_{C6-R8} = U_{C6} + U_{R8} = 29,6 + 3,22 = 32,82$ мВ; Струм 296, 4 нА, потужність 8,78 нВт. На фільтрі R9-C8 напруга 26, 51 нВ, струм 2,65А.

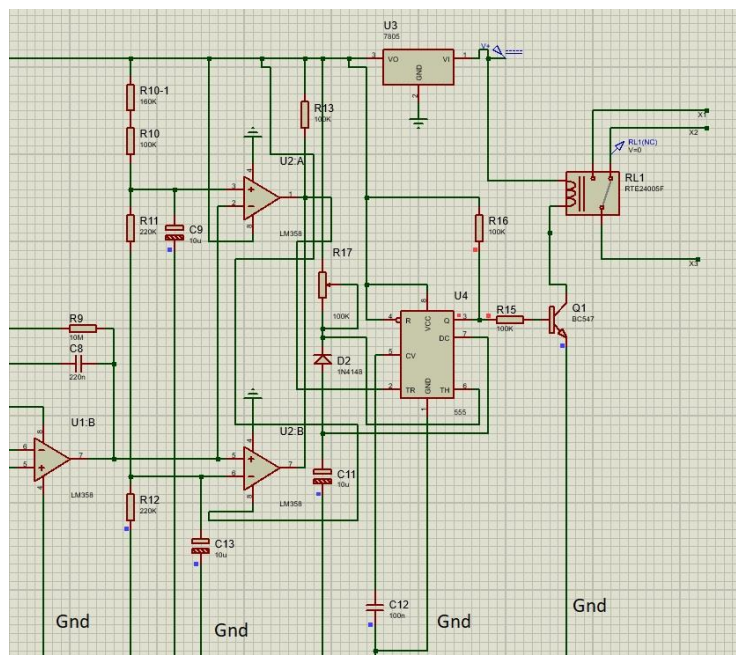


Рис.2.16 Останній каскад підсилення сигналу керування реле тривожного виходу

Неінвертуючий вхід U2:A пов'язаний з LM7803 збірним резистором R10-R10-1. Напряга на ньому:

$$U_{R103} = U_{R10} + U_{R10-1} = 1 + 0,63 = 1,63 \text{ В} \quad (1)$$

Струм у вітці: 6.26 мкА, потужність:

$$P_{R103} = P_{R10} + P_{R10-1} = 6,28 \cdot 10^{-6} + 3,93 \cdot 10^{-6} = 1,63 \text{ В} \quad (2)$$

R11 використовується як під'язка з неінвертуючому вході U2:A та інвертуючим входом U2:B. Напряга: 1,57 В, струм: 7,12 мкА, потужність: 11,16 мкВт. На фільтруючому конденсаторі до прямого входу U2:A напруга 3,14 В. На підв'язці до інвертуючого входу U2:B напруга: 1,57; струм: 7,15 мкА; потужність: 11,24 мкВт. На балансуєчому резисторі R13 напруга 477 нВ. На діоді D2 напруга 4,77 В. На базовому резисторі R15 332 мВ, потужність: 1,1 мкВт.

U1:A		U1:B		U2:A		U2:B	
<u>TERMINAL VOLTAGES</u>		<u>TERMINAL VOLTAGES</u>		<u>TERMINAL VOLTAGES</u>		<u>TERMINAL VOLTAGES</u>	
+IP	4.121V	+IP	1.946V	+IP	3.140V	+IP	936.8mV
-IP	843.3mV	-IP	936.8mV	-IP	936.8mV	-IP	1.573V
GND	0.00V	GND	0.00V	GND	0.00V	GND	0.00V
OP	774.6mV	OP	936.8mV	OP	4.769V	OP	4.769V
VCC	4.769V	VCC	4.769V	VCC	4.769V	VCC	4.769V

Рис.2.17 Значення потенціалів на мікросхемах LM358 при вхідному сигналі, підсиленому на каскадах від піросенсору.

U4

<u>TERMINAL VOLTAGES</u>	
CV	1.848V
DC	981.7nV
GND	0.00V
Q	1.000V
R	4.769V
TH	4.768V
TR	4.769V
VCC	4.769V
<u>TERMINAL LOGIC STATES</u>	
Q	SHI

Рис.2.18 Значення потенціалів при спрацюванні датчика на 555-му таймері.

2.4 Вибір елементної бази гібридного датчика руху

Сама схема виявилась досить громіздкою, але елементи були вибрані з розрахунку на мікропайку (SMD) без втрат корисних електричних величин. У напівпровідникової структури біполярного транзистора сформовані два р-п-переходи, перенесення заряду через які здійснюється носіями двох полярностей - електронами і дірками. Саме тому прилад отримав назву «біполярний» (від англ. Bipolar), на відміну від польового (уніполярного) транзистора.

У нашому випадку застосовується в електронних пристроях для посилення або генерації електричних коливань, а також в якості комутуючого елемента (наприклад, в схемах ТТЛ).

В активному підсилювальному режимі роботи транзистор включений так, що його емітерний перехід зміщений в прямому напрямку (відкритий), а колекторний перехід зміщений у зворотному напрямку (закритий).

У транзисторі типу n-p-n основні носії заряду в емітер (електрони) проходять через відкритий перехід емітер-база (інжектуються) в область бази. Частина цих електронів рекомбінує з основними носіями заряду в базі (дірками). Однак, через те, що базу роблять дуже тонкою і порівняно слабо легованою, велика частина електронів, інжекттованих з емітера, дифундує в область колектора, так як час рекомбінації відносно великий. Сильне електричне поле зворотньозміщеного колекторного переходу захоплює неосновні носії з бази (електрони) і переносить їх в колекторний шар. Струм колектора, таким чином, практично дорівнює струму емітера, за винятком невеликої втрати на рекомбінацію в базі, яка і утворює струм бази ($I_e = I_b + I_k$).

2.5 Опис базових логічних елементів, що застосовуються при розробці схеми

У СВЧ-частини гібридного датчика руху може використовуватися логічний елемент «І» для видачі загального сигналу тривоги по СВЧ та ІЧ – каналу одночасно, але для зручності та наявній необхідності для

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підключення лише одного каналу тривоги застосовується принцип 2-х зон (окремо СВЧ та ІЧ - каналів). При необхідності використанні обох каналів одразу по одній зоні, канали з'єднуються послідовно з одним кінцевим резистором (значення якого згідно з типом ППКО). Якщо використовується лише один з каналів, то інший при підключенні ігнорується.

«І» - логічний елемент, що виконує над вхідними даними операцію кон'юнкції або логічного множення. Даний елемент може мати від 2 до 8 (найбільш поширені у виробництві елементи «І» з 2, 3, 4 і 8 входами) входів і один вихід.

Умовні позначення логічних елементів «І» з різною кількістю входів приведені на рис.2.19. У тексті логічний елемент «І» з тим або іншим числом входів позначається як «2І», «4І» і т.д. - елемент «І» з двома входами, з чотирма входами і т.д.

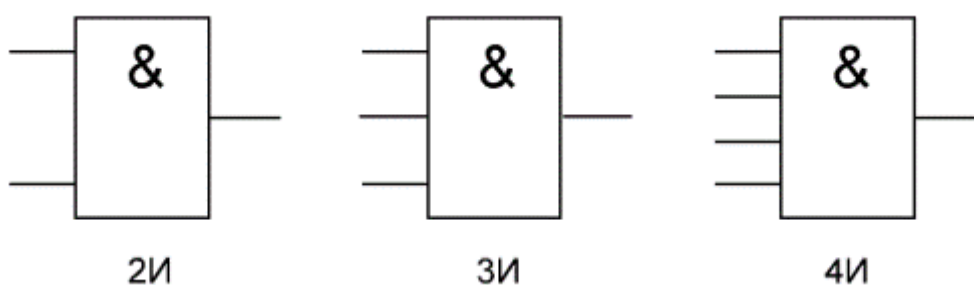
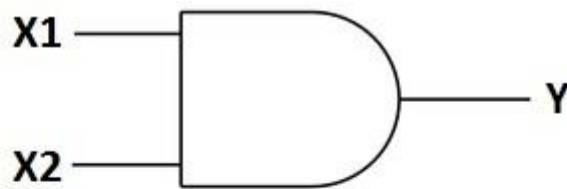


Рис.2.19 Види логічних елементів «І»

Таблиця істинності(рис.2.20) для елемента 2І показує, що на виході елемента буде логічна одиниця лише в тому випадку, якщо логічні одиниці будуть одночасно на першому вході І на другому вході. В інших трьох можливих випадках на виході буде нуль.

На західних схемах значок елемента «І» має пряму лінію на вході і закруглення на виході. На вітчизняних схемах - прямокутник з символом «&».



Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Рис.2.20 Таблиця істинності для логічного елемента «І» з двома входами

2.6 Опис електронних компонентів, що застосовуються при проектуванні гібридного датчика руху

Схема гібридного датчика руху складається з двох частин. Зокрема в СВЧ-частині використовуються: діод 1N4148; SMD-резистори серій 9C0HF3(HFT) та ERA-3YEB різних номіналів з розсіюваною потужністю не більше 0,125 Вт, стабілізатор напруги 78L06; конденсатори серій YCKAT, ZAJAT, YGZAT, FBD, BEK, BEM, BHM різних номіналів; потенціометри GE, PLF, транзистор BSS64, мікросхема LT1208, реле тривожного виходу G2R-14-DC12 .

Окрім вищезгаданих компонентів у ІЧ частині гібридного датчика застосовуються транзистор 2N2222A, BC547; резистори серії AFLH, AFKHFT, ERJ-8GEYJ, конденсатори YDKAT, BHK, DISCN, мікросхема LM358; 555-таймер.

Діод 1N4148 малопотужний високочастотний кремнієвий в корпусі DO-35 зі штирьовими виводами, смугою позначається висновок катода.

Характеристики 1N4148(рис.2.21):

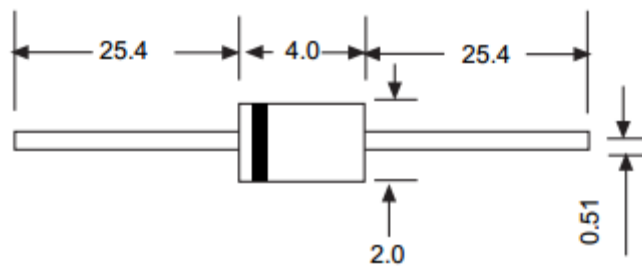


Рис.2.21 Діод 1N4148

- прямий середній струм - 150 мА;
- прямий піковий струм - 500 мА;
- падіння напруги - від 0,6-0,7 В (при струмі 5 мА) до 1 В (при струмі 100 мА);
- ємність переходу - 4 пФ;
- швидкість перемикання менш - 4 нс,-
- неповторяючеся пікове зворотне напруга - 100 В,
- пікове зворотне напруга - 75 В,
- діюче значення зворотної напруги - 53 В,

Зворотний струм сильно залежить як від зворотної напруги, так і від температури:

Таблиця 2.5

Залежність зворотного струму 1N4148 від напруги та температури

	T = 25 ° C	T = 150 ° C
20 В	0,025 мкА	30 мкА
70 В	5 мкА	50 мкА

Таблиця 2.5

Резистори SMD (чіп-резистори) технічні характеристики:

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діапазон номінальних значень опору	0R, 1 Ом – 30 МОм
Допустиме відхилення від номіналу	1%, 5% (інші під замовлення)
Номінальна потужність, Вт	0,05 (0201); 0,062 (0402); 0,1 (0603); 0,125 (0805); 0,25 (1206); 0,75 (2010); 1 (2512)
Робоча напруга, В	2 (0201); 50 (0402, 0603); 150 (0805); 200 (1206, 2010, 2512)
Максимально допустима напруга, В	50 (0201); 100 (0402, 0603); 200 (0805); 400 (1206, 2010, 2512)
Температурний діапазон	-55° / +125°C
СНД-аналоги	P1-12

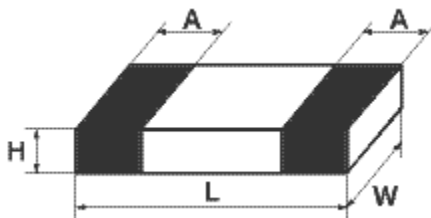


Рис.2.22 Геометричне креслення SMD-компонентів

Таблиця 2.6

Основні типорозміри SMD-компонентів

Типорозмір	L, мм	W, мм	H, мм	A, мм
0201	0,6	0,3	0,23	0,13
0402	1,0	0,5	0,35	0,25
0603	1,6	0,8	0,45	0,3
0805	2,0	1,2	0,4	0,4
1206	3,2	1,6	0,5	0,5
2010	5,0	2,5	0,55	0,5
2512	6,35	3,2	0,55	0,5

Таблиця 2.7

Основні типорозміри SMD-керамічних конденсаторів

Типорозмір	Метричний	L (мм)	W (мм)	H (мм)
------------	-----------	--------	--------	--------

					МПП.171.081.005 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					76

EIA	типорозмір			
0402	1005	1,0	0,5	0,55
0603	1608	1,6	0,8	0,9
0805	2012	2,0	1,25	1,3
1206	3216	3,2	1,6	1,5
1210	3225	3,2	2,5	1,7
1812	4532	4,5	3,2	1,7
1825	4564	4,5	6,4	1,7
2220	5650	5,6	5,0	1,8
2225	5664	5,6	6,3	2,0

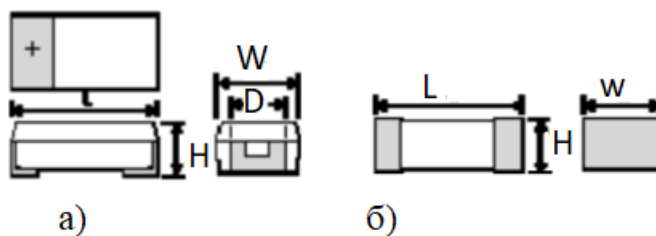


Рис.2.23 Геометричне креслення SMD-конденсаторів: а) танталові; б) керамічні

Таблиця 2.8

Основні типорозміри танталових SMD-конденсаторів

Типорозмір EIA	Метричний типорозмір	L (мм)	W (мм)	H (мм)	D (мм)
A	3216	3.2	1.6	1.6	1.2
B	3528	3.5	2.8	1.9	2.2
C	6032	6.0	3.2	2.5	2.2
D	7343	7.3	4.3	2.9	2.4
E	7343H	7.3	4.3	4.1	2.4

BSS64

					МПІ.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

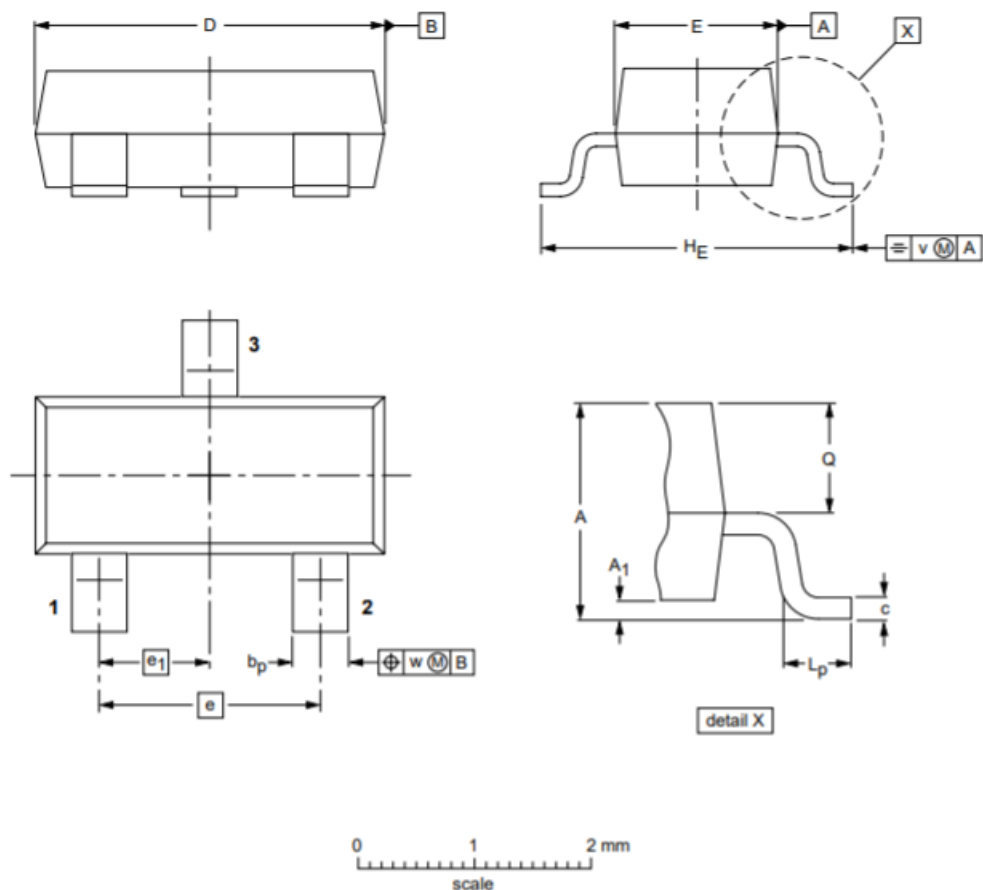


Рис.2.24 Геометричне креслення транзистора BSS-64

Таблиця 2.9

Габарити транзистора BSS-64 (в мм)

A	A _{1max}	b _p	c	D	E	e	e ₁	H _E	L _p	Q	v	w
1,1	0,1	0,48	0,15	3,0	1,4	1,9	0,95	2,5	0,45	0,55	0,2	0,1
0,9		0,38	0,09	2,8	1,2			2,1	0,15	0,45		

Основні параметри BSS-64:

- тип матеріалу: Si;
- полярність: NPN;
- максимальна розсіювана потужність (P_c): 0.2 Вт;
- максимально допустима напруга колектор-база (U_{cb}): 120 В;

					МП.171.081.005 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			78

- максимально допустима напруга колектор-емітер (U_{ce}): 80 В;
- максимально допустима напруга емітер-база (U_{eb}): 5 В;
- максимально постійний струм колектора (I_c): 0.25 А
- гранична температура РN-переходу (T_j): 150 °С
- гранична частота коефіцієнта передачі струму (f_t): 50 MHz;
- статичний коефіцієнт передачі струму (h_{fe}): 20.

Стабілізатор напруги 78L06

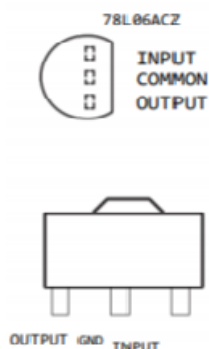


Рис.2.25 Розпіновка стабілізатора напруги

Таблиця 2.10

Основні параметри 78L06(KP1181EH6)

Аналог	Аналог	$U_{вих}$	$I_{вих}$	$U_{вх. max}$	$P_{розсіюв.}$	Діапазон температур	Корпус
“Integral”	“Silicon”						
KP1181EH6	KP1157EH602	+6 В	100 мА	+30 В	0,625 Вт	-10..+70°C	КТ-26 (ТО-92)

Основні характеристики мікросхеми LT1208

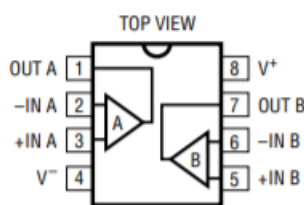


Рис 2.26 Розпіновка LT1208

- тип ОП: стандартний;

- кількість каналів ОП: 2;
- напруга живлення: 5...30 В;
- частота одиничного підсилення: 45 МГц;
- максимальна швидкість наростання вихідного сигналу: 400 В/мкс;
- діапазон робочих температур: 0...+70° С

Реле тривожного виходу G2R-14-DC12:

- напруга котушки: 12 В (DC);
- конфігурація контактів реле: 1 form C (SPDT-NO, NC);
- опір котушки: 275 Ом;
- струм котушки: 43,6 мА;
- матеріал контакту: посріблений шар (Ag);
- габарити: 29*13*25,5;
- форма контакту: SPDT (1 Form C);
- потужність: 530 мВт;
- маса: 17 гр.

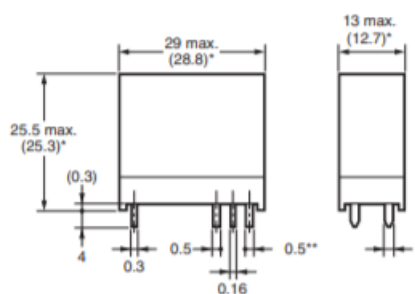


Рис.2.27 Габаритні розміри G2R-14-DC12

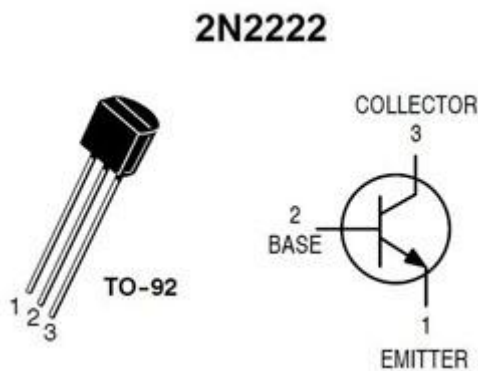


Рис.2.28 Розпіновка транзистора 2N2222

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Основні параметри 2N2222:

- максимальний струм колектора: 600 мА;
- максимальна напруга колектор-емітер: 40 В;
- максимальна напруга колектор-база: 75 В;
- коефіцієнт посилення по струму макс.: 300;
- максимальна потужність, що розсіюється: 625 мВт;
- гранична частота підсилення: 300 МГц;
- діапазон робочих температур: $-55^{\circ}\text{C} \dots +150^{\circ}\text{C}$;
- комплементарна пара 2N2907.

BC547

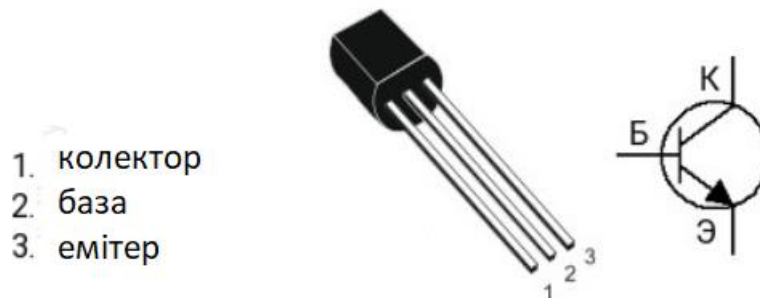


Рис.2.29 Розпіновка транзистора BC547

Основні параметри BC547:

- структура: n-p-n;
- напруга колектор-емітер, не більше: 45 В;
- напруга колектор-база, не більше: 50 В;
- напруга емітер-база, не більше: 6 В;
- струм колектора, не більше: 0.1 А;
- розсіювана потужність колектора, не більше: 0.5 Вт;
- коефіцієнт підсилення транзистора за струмом (h_{fe}): від 110 до 800;
- гранична частота коефіцієнта передачі струму: 150 МГц;
- корпус: TO-92.

Операційний підсилювач LM358

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

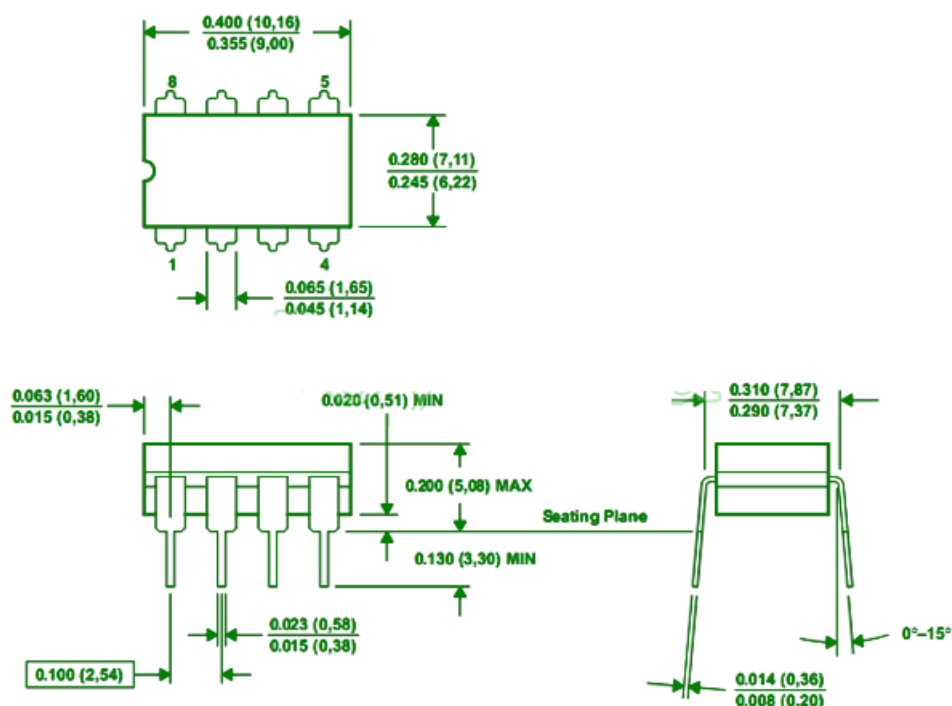


Рис. 2.30 Габаритні розміри та призначення виводів LM358(N)

Основні параметри LM358:

- однополярне живлення: від 3 В до 32 В;
- двополярне живлення: $\pm 1,5$ до ± 16 В;
- струм споживання: 0,7 мА;
- синфазна вхідна напруга: 3 мВ;
- диференціальна вхідна напруга: 32 В;
- синфазний вхідний струм: 20 нА;
- диференціальний вхідний струм: 2 нА;
- диференціальний коефіцієнт підсилення по напрузі: 100 дБ;
- діапазон вихідної напруги: від 0 В до VCC - 1,5 В;
- коефіцієнт гармонійних спотворень: 0,02%;
- максимальна швидкість наростання вихідного сигналу: 0,6 В / мкс;
- частота одиничного посилення (з температурною компенсацією): 1 МГц;
- максимальна розсіювана потужність: 830 мВт;
- діапазон робочих температур: 0 ... 70 °C;
-

Універсальний таймер NE555

D, N, EE Packages

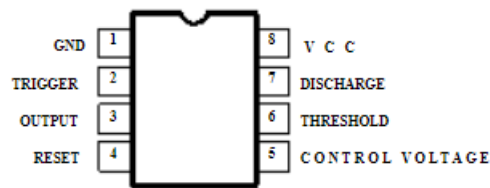


Рис. 2.31 Розпіновка NE555

Основні параметри:

- напруга живлення: від 4,5 до 16 В;
- струм споживання: 2-15 мА;
- діапазон робочих температур: від 0 до 70°C;
- режими роботи: одновібратор, мультивібратор, прецизійний тригер Шмідта з RS-тигером;
- максимальний паразитний скрізний струм після перемикання: 400 мА.

Призначення виводів:

- Загальний (GND). Перший вивід відносно ключа. Підключається до мінуса живлення пристрою.
- Запуск (TRIG). Подача імпульсу низького рівня на вхід другого компаратора призводить до запуску і появи на виході сигналу високого рівня, тривалість якого залежить від номіналу зовнішніх елементів R і C.
- Вихід (OUT). Високий рівень вихідного сигналу дорівнює (Ужив-1,5 В), а найнижчий - близько 0,25В. Перемикання займає близько 0,1 мкс.
- Скидання (RESET). Даний вхід має найвищий пріоритет і здатний керувати роботою таймера незалежно від напруги на інших виводах. Щоб дозволити початок необхідно, щоб на ньому був присутній потенціал більше 0,7 вольт. З цієї причини його через резистор з'єднують з живленням схеми. Поява імпульсу менше 0,7 вольт припиняє роботу NE555.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Контроль (CTRL). Як видно з внутрішнього устрою ІМС він безпосередньо з'єднаний з дільником напруги і під час відсутності зовнішнього впливу видає $2/3 U_{жив}$. Подаючи на CTRL керуючий сигнал, можна отримати на виході модульований сигнал. У простих схемах він підключається до зовнішнього конденсатору.
- Зупинка (THR). Є входом першого компаратора, поява на якому напруги більше $2/3 U_{пжив}$ зупиняє роботу тригера і переводить вихід таймера в низький рівень. При цьому на виводі 2 повинен бути відсутнім пусковий сигнал, так як TRIG має пріоритет перед THR (крім КР1006ВІ1).
- Розряд (DIS). З'єднаний безпосередньо з внутрішнім транзистором, який включений по схемі із загальним колектором. Зазвичай до переходу колектор-емітер підключають часозадаючий конденсатор, який розряджається, поки транзистор знаходиться у відкритому стані. Рідше використовується для нарощування здатності навантаження таймера.
- Живлення (VCC). Підключається до плюса джерела живлення 4,5-16В.

Висновки до 2-го розділу

Відповідно до технічного завдання на дипломний проект, було спроектовано гібридний датчик руху. Цей тип датчиків руху характеризується підвищеною надійністю, адже завдяки вищому рівню складності електронної схеми, можна отримати якісніші характеристики та режими його роботи.

Також його компонентна база не є досить дорогою, що надає абсолютну перевагу цьому датчику в порівнянні з іншими. Електричні компоненти були підібрані завдяки інформації, взятої з офіційних джерел постачальників, враховуючи сумісність по багатьом параметрам, таким як температурний діапазон роботи компонентів, граничні показники струму, напруги та інше.

Сама схема виявилась не громіздкою, з невеликими масогабаритними показниками, завдяки використанню різних типів мікросхем, описаних вище. Також ця схема є придатною для модернізації, що робить її досить універсальною та досконалою.

Також слід зазначити, що це модифікована комбінація звичайного ІЧ та СВЧ датчика руху. Комбінований датчик має більш розширені функціональні показники, кращу надійність, багатограннішу сферу застосування.

Але основним критерієм вибору послужило те, що при бажанні вдосконалення або модернізації пристрою це цілком можливо забезпечити з даною електричною схемою, тому що розробниками схеми це було передбачено. Наприклад, якщо зі світлодіодом АЛ156В дальність виявлення зростає в 1,5 - 2 рази, то при його заміні на світлодіод АЛ123А дальність зросте в 2,5 - 3 рази.

Всі складові приладу (сам датчик, джерело живлення і динамічна головка) можуть бути об'єднані в єдину конструкцію. З вищеперерахованого можна сказати, що вибір схеми є досить вдалим, враховуючи переваги над її аналогами.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1 Загальний метод оцінки надійності радіоелектронної апаратури

Вихідними даними для розрахунку показників надійності типових конструкцій радіоелектронної апаратури (РЕА) є: принципова схема із позначенням типів деталей, що входять в неї, режим роботи всіх деталей (електричні, кліматичні та механічні), значення інтенсивності відмов всіх типів деталей при нормальних і фактичних режимах, значення середнього часу безвідмовної роботи і дисперсія для елементів, схильних до поступової відмови спрацювання.

Для типових конструкцій різного рівня розраховуються наступні показники: інтенсивність відмов для типового елемента заміни (ТЕЗ); інтенсивність відмов і напрацювання на відмову для панелі (блоку); інтенсивність відмов, напрацювання на відмову і середній час відновлення. При оцінці показників надійності типових модулів необхідно виявити ті елементи конструкції, які можуть привести до їх відмови («компоненти надійності»). До основних «компонентів надійності» типових конструкцій РЕА можна віднести: комплектуючі елементи (інтегральні схеми і електро-радіоеlementи); елементи монтажу (різного виду лінії зв'язку (зварні, паяні з'єднання, роз'єми, друковані плати, металізовані отвори)); інші елементи (трансформатори, котушки індуктивності і так далі). Для всіх цих елементів наявною є випадкова раптова відмова.

Основним показником надійності елементів РЕА є термін служби і ймовірність безвідмовної роботи. При аналізі працездатності апаратури можливі два стани: апаратура спрацювала безвідмовно або відбулася відмова. В сумі ймовірність відмови і ймовірність безвідмовної роботи повинна давати одиницю. Так, якщо допустима ймовірність відмови 1% (0.01), то ймовірність безвідмовної роботи буде становити 99% (0.99). Більш точнішим показником є ймовірність безвідмовної роботи за гарантований інтервал часу, наприклад, ймовірність безвідмовної роботи певного компоненту – 0.99

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за 100 годин. Це означає, що якщо взяти досить велику кількість однакових виробів, то за 100 годин на кожну сотню виробів відбудеться одна відмова. Якщо за 100 годин 100 виробів набирають одну відмову, то провівши не складні математичні операції, можна вважати, що за 100 годин один виріб «набирає» 0,01 відмови, за наступні 100 годин ще 0,01 відмови. І, врешті-решт, повна відмова на-береться за $100 * 100 = 10000$ годин. Це і називається середнім часом безвідмовної роботи або напрацюванням на відмову. За цим критерієм визначення надійності роботи ми можемо перейти до зворотної величини.

Якщо за 100 годин виріб набирає 0.01 відмови, то за одну годину роботи це число повинно бути в 100 разів менше, тобто 0.0001 відмови в годину. Ця величина називається частотою або інтенсивністю відмов і є величиною оберненою до середнього часу безвідмовної роботи.

Ця величина є статистичною, усередненою, справедливою для досить великої кількості виробів і в межах ресурсного періоду, тобто в межах середнього терміну служби виробу. Цією величиною можна характеризувати і надійність окремих елементів апаратури, і всього електронного обладнання. Інтенсивність відмов електронної апаратури буде дорівнює сумі інтенсивності відмов всіх елементів цієї апаратури:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i h_i$$

де λ_i - інтенсивність відмов. Тоді напрацювання на відмову:

$$t = \frac{1}{\Lambda}$$

3.2 Розрахунок надійності приладу, що розробляється

Завданням розрахунку є визначення ймовірності $P(t)$ безвідмовної роботи на 1000 годин експлуатації і загальний час безвідмовної роботи $t(m)$. Ймовірність безвідмовної роботи повинна враховувати відмови: катастрофічна (раптова), параметрична (поступова). При роботі елементів

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕА та всього пристрою в цілому використовується ряд положень надійності:

1. Імовірність безвідмовної роботи елементів РЕА одного типу:

$$P(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t),$$

де N - число компонентів в елементі, P_i - імовірність безвідмовної роботи компонента i -го числа.

2. При нормальній експлуатації в лабораторних умовах ($t, ^\circ\text{C} = 20$), коли закінчений період «пристосування» деталей, інтенсивність відмов може бути прийнята постійною. Є спеціальна довідкова таблиця, де вказується інтенсивність відмов для всіх компонентів РЕА. Для елементів, що складаються з групи компонентів, сумарна інтенсивність визначається як:

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^K N_i \lambda_i$$

3. Величина напрацювання на відмову (час безвідмовної роботи) визначається за законом:

$$t_m = \int P(t) dt = \int \lambda^{-\lambda t} dt = 1 / \lambda_{\text{заг}},$$

де $\lambda_{\text{заг}}$ дорівнює λ_{Σ} з урахуванням поправкових коефіцієнтів на умови експлуатації.

4. Імовірність безвідмовної роботи за час t :

$$P(t) = e^{-\frac{t}{t_m}}$$

де t береться як правило рівним 1000 годин. [5]

Значення інтенсивності відмов компонентів РЕА залежить від умов роботи апаратури та режимів використання компонентів. Фактично

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмов залежить від навантаження на елементи і температури. Для обліку цих факторів використовується поправковий температурний коефіцієнт K_T залежно від коефіцієнта навантаження K_N .

Попередньо, якщо є така можливість, необхідно розрахувати K_N , використовуючи реальні значення струмів і напруг, а також розсіювану потужність на елементах пропонованого пристрою. Якщо такої можливості немає, то вибирають найгірший випадок, тоді вважають, що елемент працює зі 100% навантаженням тобто $K_N = 1$.

Температура може змінюватися в межах від 20 °C (нормальні лабораторні умови) до 60 °C і вище. В даному проекті проводиться розрахунок пристрою в екстримальних умовах, вважатимемо, що елемент працює зі 100% навантаженням тобто $K_N = 1$.

Нижче, в таблицях 3.1-3.4 показано значення поправкового температурного коефіцієнта K_T для електронних компонентів, що застосовуються при розробці схеми гібридного датчика руху відповідно до специфікації. В таблиці 3.5 показано перелік елементів, що використовуються для розробки друкованої плати та їх параметри, що необхідні для розрахунку показника надійності. [10]

Таблиця 3.1

Значення поправкового температурного коефіцієнта K_T для германієвих резисторів в залежності від температури

$T, ^\circ C$	K_T
20	1
30	1.5
40	1.9
50	2.5
60	3.2

Таблиця 3.2

Значення поправкового температурного коефіцієнта K_T для кремнієвих діодів в залежності від температури

$T, ^\circ\text{C}$	K_T
20	1
30	1.15
40	1.2
50	1.25
60	1.5

Таблиця 3.3

Значення поправкового температурного коефіцієнта K_T для інтегральних мікросхем в залежності від температури

$T, ^\circ\text{C}$	K_T
20	1
25	1
45	1.2
60	1.5

Значення поправкового температурного коефіцієнта K_T для інтегральних мікросхем в таблиці 3.3 аналогічні для кремнієвих транзисторів, що використовуються при розробці схеми.

Схоже значення поправкового температурного коефіцієнта K_T мають ІЧ та фотодіоди, а при екстремальних умовах використання вони матимуть майже ідентичне значення $K_T=1.5$.

Значення поправкового температурного коефіцієнта K_T для танталових, керамічних конденсаторів в залежності від температури

$T, ^\circ\text{C}$	K_T
20	1
30	1.2
40	1.4
50	1.6
60	2.0

Будемо вважати, що всі конденсатори танталові, монолітні одного типу, для спрощення розрахунку, це майже не вплине на розрахунок параметра надійності, адже металево-плівкові конденсатори і керамічні, танталові мають схоже значення параметру поправкового температурного коефіцієнта K_T при температурі 60 $^{\circ}\text{C}$ (2,0).

Значення поправкового коефіцієнту для резисторів береться на прикладі германієвих резисторів типу SMD.

У реальних умовах експлуатації елементи РЕА можуть піддаватися впливу: вібрації, ударів, тиску, сонячної і проникаючої радіації та інших факторів. Тому надійність елементів реальної апаратури значно відрізняється від надійності апаратури в лабораторних умовах експлуатації елементів.

Орієнтовний розрахунок проводиться за допомогою інтегрального поправочного коефіцієнта K_λ . За технічними умовами пристрій відноситься до стаціонарно-наземних пристроїв, тобто $K_\lambda = 10$.

Відповідно до компонентної бази пристрою, було підібрано основні параметри, необхідні для розрахунку показника надійності пристрою в екстримальних умовах. Вважатимемо, що елемент працює зі 100% навантаженням тобто $K_n = 1$. Всі необхідні параметри структуризовані в таблиці 3.5, нижче проведено розрахунок показника надійності.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмов електронних компонентів λ_i була взята в додатковій літературі. [10]

Таблиця 3.5

Перелік елементів, що використовуються для розробки друкованої плати та їх параметри, що необхідні для розрахунку показника надійності

Елементи та вузли	Кількість, N_i	K_T	Інтенсивність відмов, λ_i
Мікросхеми	3	1.5	$0.2 \cdot 10^{-6}$
Конденсатори	10	2.0	$0.5 \cdot 10^{-6}$
ІЧ-діод	1	1.5	$0.5 \cdot 10^{-6}$
Фотодіод	1	1.5	$0.5 \cdot 10^{-6}$
Резистори	11	3.2	$0.1 \cdot 10^{-6}$
Транзистори	2	1.5	$0.1 \cdot 10^{-6}$
Автодин	1	1.5	$0.1 \cdot 10^{-6}$

Розрахунок показника надійності

$$\lambda_0 = N_i \cdot \lambda \cdot K_T = 3 \cdot 1.5 \cdot 0.2 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 1.5 \cdot 0.5 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 1.5 \cdot 0.5 \cdot 10^{-6} + 11 \cdot 3.2 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 1.5 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 1.5 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6} = (0.9 + 10 + 1.5 + 3.52 + 0.3 + 0.15) \cdot 10^{-6} = 16.37 \cdot 10^{-6}$$

$$\lambda_{заг} = \lambda_0 \cdot K_\lambda = 16.37 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 16.37 \cdot 10^{-5}$$

$$t_m = 1 / \lambda_{заг} = 1 / 16.37 \cdot 10^{-5} = 6108.7 \text{ год}$$

$$P(t) = e^{\frac{-t}{t_m}} = 2.72^{-\frac{1000}{6108.7}} = 2.72^{-0.1637} \approx 0.85$$

Висновки

Було розраховано показник надійності гібридного датчика руху. Розрахунок показника надійності датчика, було отримано при роботі пристрою протягом 1000 годин в екстремальних умовах. Отриманий результат $P(t) \approx 0,85$, це свідчить про те, що даний пристрій може працювати в екстремальних умовах протягом 1000 годин, і це не буде для нього критичним, він не вийде з ладу, звичайно розрахунок є приблизним, але навіть так, можна сказати, що дана схема є вдалою та надійною, адже в реальних умовах він зможе працювати довше та надійніше, оскільки розрахунок проводився в екстремальних умовах.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Технологічний процес виготовлення друкованої плати

Лазерно-праскова технологія (ЛПТ, англ. Iron Toner Transfer for PCB Making) — технологія виготовлення друкованих плат, в основі якої лежить термоперенос тонера лазерного принтера з паперу на поверхню металізованої майбутньої друкованої плати. З її допомогою можна в домашніх умовах виготовляти складні одно- і двошарові друковані плати з товщиною друкованих провідників та відстанню між ними від 0,3 мм і більше.

Інструменти та матеріали, які необхідні для використання лазерно-праскової технології:

- Фольгований склотекстоліт;
- Лазерний принтер. Для якісного виготовлення друкованої плати важливо використовувати новий чи якісно заправлений картридж та відімкнути в налаштуваннях принтера функцію економії тонера;
- Глянцевий папір. Найчастіше для термопереносу застосовують: глянцевий фотопапір невеликої щільності для струменевого принтера, сторінки з «глянцевих» журналів, підкладки самоклейної плівки, рекламні буклети та інші;
- Наждачний папір зернистістю P1000 —P2000 згідно ISO-6344;
- Ацетон чи сольвент для знежирення перед термопереносом тонера і стирання тонеру після витравлення плати;
- Праска без відпарювача. Оптимальною температурою термопереносу тонера є 190 °С, хоча вона може варіюватись від 150 до 200 градусів в залежності від виробника тонера;
- Прокладкові матеріали для захисту робочої поверхні та підосви праски. При застосуванні газет чи тонкого паперу як прокладкових матеріалів слід пам'ятати, що при нагріванні типографічна фарба чи тонер можуть розплавитись, тому верхній і нижній шари слід розміщувати не продрукованою стороною назовні;

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розчин для витравлювання. Водяні розчини сульфату амонію; хлорного заліза; мідного купоросу і кухонної солі; перекису водню в присутності лимонної кислоти.

Для створення топології друкованої плати застосовуються різноманітні радіотехнічні САПР, наприклад: EAGLE, Altium Designer (ex-P-CAD), Proteus Design, AutoCAD, Sprint Layout та інші. Перед роздруком на чорно-білому принтері у САПР-програмі необхідно вимкнути видимість усіх шарів окрім шару з зображенням доріжок друкованої плати та налаштувати відображення актуального шару чорним кольором. Роздруковувати рисунок майбутньої друкованої плати у масштабі 1:1 необхідно в дзеркальному відображенні на глянцевого папері попередньо налаштувавши найвищу контрастність друку. Також таким методом можна наносити маркування на зворотню сторону (з боку виводних компонентів) друкованої плати. Потрібно робити це вже після витравлення, очищення від тонера та лудіння основного шару.

Попередньо очищений від забруднень, відшліфований наждачним папером склотекстоліт необхідно знежирити розчинником. Якщо текстоліт довго зберігали в сирому приміщенні чи промивали водою, його необхідно просушити. Так як текстоліт має волокнисту структуру, вода, яка в ньому накопичилась при термопереносі тонера чи паянні може кипіти і розширюючись руйнувати плату.

Друковану плату кладуть на рівну термостійку поверхню фольгою вверх і попередньо нагрівають її праскою. Після цього акуратно накладають аркуш з надрукованим рисунком тонером всередину і накривають одним-двома шарами газети чи тонкого паперу. Нагрітою праскою з середнім натиском рівномірно прогладжують всю поверхню плати, щоб тонер розплавився але не розтікся. Після цього плату не можна переміщувати до повного її остигання.

Після остигання плати папір потрібно зняти. Підкладка самоклеючої плівки, як правило відклеюється без проблем залишаючи весь тонер приклеєним до фольги, а інші види паперу потрібно розмочити під

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

струменем теплої води і акуратно терти пальцями до повного відставання всіх часточок паперу.

Плату повністю очищену від паперу перевіряють на відсутність браку (доріжки, що не перенеслися, злиплися між собою, фарба з паперу, що могла прилипнути до плати при нагріванні). Тепер плата готова до витравлювання.

Під травленням фольги розуміють хімічний процес перетворення міді в розчинні сполуки. Для цього плату з нанесеним на ній захисним зображенням доріжок поміщають в посудину з розчином для травлення. У випадку виготовлення двoshарової друкованої плати одну з її сторін перед першим витравлюванням заклеюють скотчем дбаючи, щоб останній якісно прилягав по краях плати та в місці склеювання кількох стрічок. Зараз зазвичай застосовують наступні водні розчини для травлення:

- Розчин хлорного заліза. Типова концентрація розчину 400 г/л, температура до 35 °С. Процес травлення плати йде наступним чином: $\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{CuCl}$. Недоліком використання хлорного заліза для побутового виготовлення друкованих плат є різкий запах розчину та небезпека стійкого, а деколи невідного забруднення оточуючих предметів при маніпуляціях з платою у посудині з розчином;
- Розчин мідного купоросу та кухонної солі. Реакція: $\text{Cu} + \text{CuSO}_4 + 2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{CuCl} \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$; $\text{CuCl} + \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}[\text{CuCl}_2]$. У реакції ключову роль відіграє хлорид натрію (сіль), оскільки, мідь з мідним купоросом практично не реагує. Рекомендована концентрація — 180 грам мідного купоросу і 86 грам солі на 1 літр води. На відміну від хлорного заліза при необережному поводженні не залишає плям, але недоліками є отруйність мідного купоросу і повільна реакція. Для прискорення останньої посудину з розчином потрібно нагрівати на водяній бані;
- Найбільш розповсюдженими реагентами для травлення є перекис водню та лимонна кислота. У 100 мл медичного 3% розчину перекису водню розчиняється 30 г кондитерської лимонної кислоти і 5 г кухонної солі. Цього розчину достатньо для травлення 100 см² міді

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

завтовшки 35 мкм. Сіль грає роль каталізатора і в процесі травлення практично не витрачається. Рівняння реакції: $\text{Cu} + \text{H}_3\text{Cit} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}[\text{CuCit}] + 2\text{H}_2\text{O}$, де Cit — залишок лимонної кислоти $[(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{OH})(\text{COO})_3]$. Це найбільш безпечний і доступний спосіб травлення міді.

Після завершення травлення плати промивають у проточній воді від залишків розчину і за допомогою розчинника змивають тонер з поверхні доріжок. Також тонер можна видалити за допомогою дрібнозернистого шліфувального паперу. У випадку виготовлення двошарової друкованої плати після витравлення першого шару суміщаючи перехідні отвори наносять захисний рисунок на другу сторону плати, а готовий шар після термопереносу заклеюють скотчем і повторюють процес травлення для другого шару. Якщо на платі передбачені виводні (DIP) елементи, то під їх виводи потрібно просвердлити отвори. Для захисту міді від корозії та надання більшої товщини друкованим провідникам доріжки на друкованій платі лудять

Друковану плату була виконана в підпрограмі Proteus, плата одностороння (товщина доріжок 0,8 мм). Зберіг малюнок плати у форматі PDF та роздрукував на лазерному принтері. Друк провів на фотопапері. Зачистив мідь від окисів та бруду. Далі скористався лазерно-прасковим методом (ЛПМ).

Суть цього методу полягає в нанесенні на міліметровий мідний фольгований односторонній текстоліт захисного малюнка, який запобігає травленню міді. В результаті, після травлення, на платі залишаються доріжки з провідників. Наш захисний малюнок утворюється за допомогою тонера, який переносимо на текстоліт за допомогою нагрівання.

4.2 Виготовлення друкованої плати гібридного датчика руху

Друковану плату було змодельовано в підпрограмі Proteus. Рисунок плати необхідно зберегти у форматі PDF та роздрукувати на лазерному принтері.

					МП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друк потрібно проводити на фотопапері. Склотекстоліт потрібно зачистити від окисів та бруду. Далі необхідно скористатися лазерно-прасковою технологією (ЛПТ) виготовлення друкованих плат в домашніх умовах. [7]

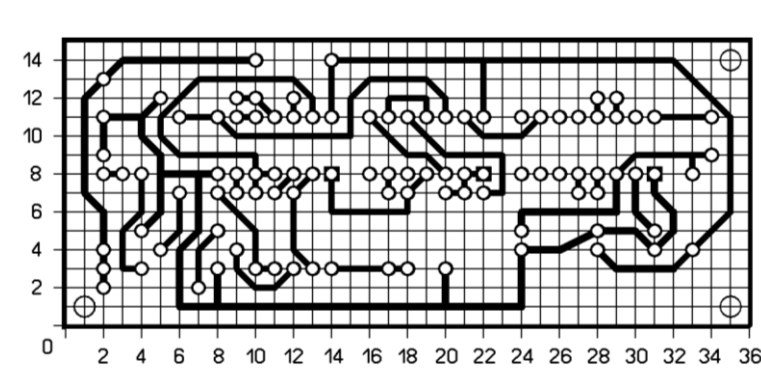




Рис. 4.1. Розводка друкованої плати ІЧ датчика присутності
(вигляд з переду)

Таблиця 4.1

Додаткові дані щодо процесу виготовлення друкованої плати

Умовні позначення отворів	Діаметри отворів,мм.	Наявність металізації в отворах	Діаметри контактних площадок, мм.	Кількість отворів
	0,7	Наявна	1,8	100
	2	Відсутня	—	3

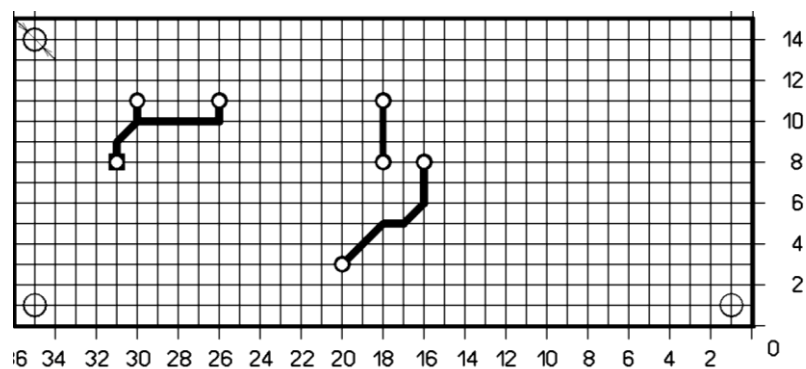


Рис. 4.2. Розводка друкованої плати гібридного датчика руху
(вигляд з заду)

При виготовленні друкованої плати доцільно притримуватися заданої інструкції:

1. Плату виготовити комбінованим способом.
2. Крок координатної сітки 2.5 мм.
3. Конфігурація провідників витримує координатну сітку.
4. Провідники, умовно позначені загальними лініями, виконати ширину не менше 1 мм, у вузьких місцях - 0,8 мм.
5. Відстань між провідниками має бути не менше 1 мм, у вузьких місцях — 0.6 мм.
6. Провідники пролудити сплавом «Роже».
7. Плату після виготовлення покрити захисним лаком, наприклад УР-231ТУ6.21-14-90.

Висновки до 4-го розділу

Було описано лазерно-праскову технологію виготовлення друкованих плат. Також було описано процес виготовлення безпосередньо гібридного датчика руху за отриманим зображенням розводки плати спроектованим за допомогою програмного середовища Proteus.

Варто зазначити, що процес трасування доріжок в ПЗ був досить затяжний через велику кількість компонентів на робочій платформі. Це пов'язано з паралельним підключенням до бібліотеки трасування бібліотеки симуляції електронних схем "Proteus".

Програмний комплекс «Proteus» відрізняється насрізністю. Даний комплекс має широкий асортимент інструменті для забезпечення розробки від ідеї до друкованої плати.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Startup проект моделі гібридного датчика руху

Startup модель проекту передбачає аналіз низки критеріїв, які наведені в табл.5.1.

Табл.5.1.

Назва ідеї	Модернізація електронного датчика руху
Початкова інформація про продукт	Середня споживана потужність відносно інших типів датчиків, взаємокомпенсація недоліків НВЧ та ІЧ типів
Мета стартапу	Серійний випуск гібридних датчиків руху
Ринок	Дистриб'юторні компанії з продажу охоронних послуг
Галузь	Охоронні системи
Споживачі	Середній та багатий клас населення
Джерела фінансування	Краудфандингові платформи(Kickstarter, IndieGoGo, RocketHub, PeerBackers, Boomerang), бізнес ангели, фінансування на рівні держави.
Виробничі потреби	Виготовлення плат на замовлення та корпусів з подальшою збіркою
Виробничі потужності	Підприємства державного значення, приватні установи, лабораторії університету

Ідея створення стартапу зародилася у зв'язку із неможливістю отримання розрахункових даних, що узгоджуються із експериментом. Це відбувається в умовах прямого чисельного моделювання, що ставило за мету оцінку величини збуту. Головною причиною цього є наявність великої кількості дешевших але ненадійних аналогів

пов'язані із неправильним вибором схеми і способу монтажу. Дослідження в стартап моделі полягає в оцінюванні ступеня впливу існуючого ринку серед електронних датчиків руху. Основою стартапу є комп'ютерна і математична модель для розрахунку та симуляції схеми.

Ключові переваги стартап розробки гібридного датчика руху над існуючими розробками:

Взаємна компенсація недоліків НВЧ та ІЧ- дипів датчиків при кваліфікованому підході, а саме грамотний підхід до конфігурації під час монтажу.

Висновок: запуск даної ідеї в серійне виробництво дасть можливість зменшити кількість хибних спрацювань та зекономити гроші на приїзд ГШР, підвищити кваліфікацію монтажному персоналу.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі було досліджено принцип дії основних типів датчиків охоронної сигналізації, а саме ультразвукових, надвисокочастотних, інфрачервоних, детекторів розбиття скла. Особливу увагу було приділено на розгляді інфрачервоного та СВЧ датчиків руху, та можливих варіантах їх модернізації, так як це основний пристрій для забезпечення охоронної системи в будь-якому приміщенні. Крім того він має досить широке застосування в різних сферах людської діяльності, його поліпшення та модернізація, може призвести до розширення його функціонування та забезпечити надійність роботи не лише охоронних систем а й складних електронних комплексів. Тому ця тема є досить актуальна.

Було розглянуто основні параметри та характеристики ІЧ датчиків руху, їх особливості, схеми підключення та правила розташування. Відповідно до цього було наведено основні сфери застосування гібридних датчиків руху, та приведено можливі варіанти модернізування електронної апаратури за допомогою використання даних датчиків.

Схема гібридного датчика руху вибрана не випадково. Цей пристрій є досить ефективним в застосуванні. Важливим критерієм вибору стало те, що при простій конструкції пристрою, він працює досить надійно і ефективно, крім того, нічим не гірший за свої аналоги з параметричної та функціональної точки зору. Варто відзначити і матеріальний фактор вибору даної схеми, тому що в порівнянні з аналогічними пристроями, він є на порядок дешевшим, що також важливо.

Відповідно до технічного завдання на дипломний проект, було спроектовано гібридний датчик руху (присутності). Цей тип датчиків руху характеризується підвищеною надійністю, адже завдяки підвищеному рівню складності електронної схеми, можна отримати якісніші характеристики та режими його роботи.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також його компонентна база не є досить дорогою, що надає абсолютну перевагу цьому датчику в порівнянні з іншими. Електричні компоненти були підібрані завдяки інформації, взятої з офіційних джерел постачальників, враховуючі сумісність по багатьом параметрам, таким як температурний діапазон роботи компонентів, граничні показники струму, напруги та інші.

Сама схема виявилась не громіздкою, з невеликими масо габаритними показниками, завдяки використанню різних типів мікросхем, описаних вище. Також ця схема є придатною для модернізації, що робить її досить універсальною та досконалою.

Слід зазначити, що ця модель є комбінацією звичайного ІЧ та СВЧ датчика руху. Називається цей пристрій гібридний датчик руху, він має більш розширені функціональні показники, кращу надійність, багатограннішу сферу застосування.

Але основним критерієм вибору послужило те, що при бажанні вдосконалення або модернізації пристрою це цілком можливо забезпечити з даною електричною схемою, тому що розробниками схеми це було передбачено. Якщо потрібно збільшити зону виявлення об'єктів, що рухаються, просто необхідно буде внести деякі зміни в схему. Наприклад, якщо зі світлодіодом АЛ156В дальність виявлення зростає в 1,5 - 2 рази, то при його заміні на світлодіод АЛ123А дальність зросте в 2,5 - 3 рази.

Всі складові приладу (сам датчик, джерело живлення і динамічна головка) можуть бути об'єднані в єдину конструкцію. Але якщо сигнал тривоги не повинен бути загальним, динамічну головку і джерело живлення виносять в інше приміщення і пов'язують їх з платою трьох провідною лінією. З вище перерахованого можна сказати, що вибір схеми є досить вдалим, враховуючи переваги над її аналогами.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В розрахунковій частині було розраховано показник надійності ІЧ датчика присутності. Розрахунок показника надійності датчика, було отримано при роботі пристрою протягом 1000 годин в екстремальних умовах. Отриманий результат $P(t) \approx 0,85$, це свідчить про те, що даний пристрій може працювати в екстремальних умовах протягом 1000 годин, і це не буде для нього критичним, він не вийде з ладу, звичайно розрахунок є приблизним, але навіть так, можна сказати, що дана схема є дуже доброю та надійною, адже в реальних умовах він зможе працювати набагато довше, оскільки розрахунок проводився в екстремальних умовах.

В конструкторсько-технологічній частині було описано лазерно-праскову технологію виготовлення друкованих плат. Також було описано процес виготовлення безпосередньо гібридного датчика руху за отриманим зображенням розводки плати спроектованим за допомогою програмного середовища Proteus.

					МРП.171.081.005 ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

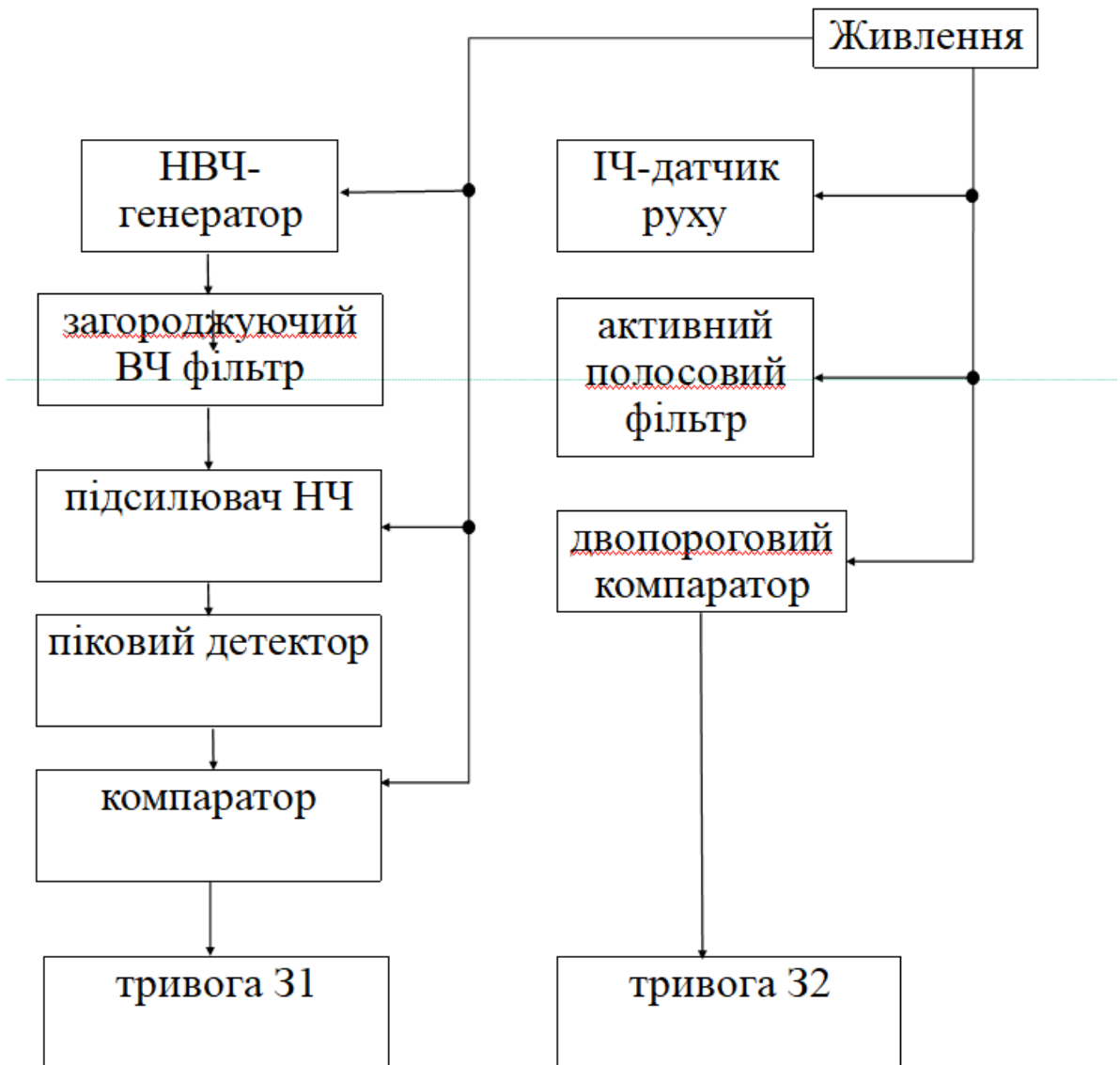
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яроцький В. А. Методи виявлення і визначення місцеположення об'єктів по їх постійному магнітному полю // Зарубіжна радіоелектроніка, 1984 № 7, с. 45 – 56.
2. Свірській Ю. К. Ринок периметрових засобів охоронної сигналізації на порозі третього тисячоліття // Системи безпеки, 2000 № 38, с. 26 – 30.
3. Марченко Д. Н. Простое экономическое охранное устройство// Радиоаматор.-2000.-№9.
4. Датчики движения: класификация и особенности. [Електронний ресурс] — Режим доступу до статті: <https://vencon.ua/articles/datchiki-dvizheniya-klassifikaciya-i-osobennosti-konstrukcii>
5. Охоронні системи. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www.oc.com.ua/catalog/ultrazvukovye/>
6. Радио модуль NRF24L01 [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radio-modul-nrf24l01/>
7. Микроволновой датчик объема Конвой [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://ohrana.ua/datchiki/convoy.html>
8. Forter. Гіпермаркет безпеки [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www.forter.com.ua/datchiki/swan-1000/>
9. Микроволновый датчик движения: принцип действия, преимущества и особенности. [Електронний ресурс] — Режим доступу до статті: <https://27.ua/articles/mikrovolnovyy-datchik-dvizheniya-printsip-deystviya-preimushchestva-i-osobennosti.html>. [1]
10. Вилл В. Ультразвуковой автосторож. — Радио, 1996 № 4,с. 43—49. 10. [2]
11. Вилл В. Инфракрасный сторож. — Радио, 1996 № 1,с. 52—54. [3]
12. Инфракрасные датчики движения и присутствия - реальный способ экономии электроэнергии [Електронний ресурс] — Режим доступу до статті : http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=43

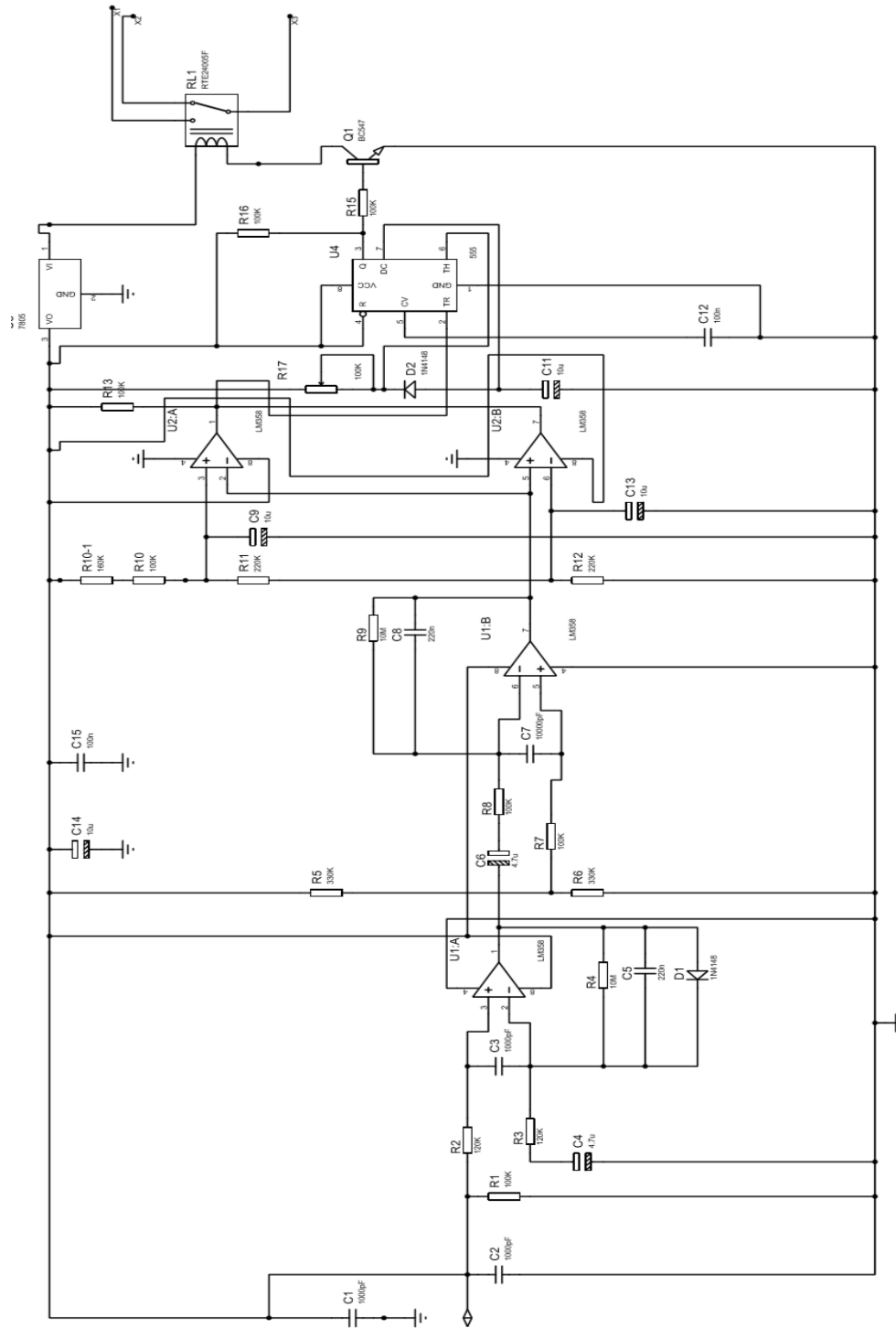
13. Справочник: Цифровые интегральные микросхемы. Богданович М.И. и другие. Мн.; 1996. А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Мокряков, В.М. Петухов, А.К. Хрулев «Радио и связь». [4]
14. Васерин Н. Н., Применение полупроводниковых индикаторов/ Н.Н. Васерин, Н.К. Дадерко, Г.А.Прокофьев; Под ред. Е.С. Липина,- М.: Энергоатомиздат.,1991.-200с.: ил.
15. Подлипинский В. С., Сабинин Ю. А., Юрчук Л. Ю. Элементы и устройства автоматики: Учебник. – СПб. Политехника, 1995. – 472 с.
16. Родионов В. Д., Терехов В. А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУ ТП. -М.: Высшая школа, 1989. – 263 с.
17. Справочная книга по светотехнике под редакцией Ю. Б. Айзенберга, Москва, 2008 г.
18. Сайко В. Г., Родіонов С. С. Основи технічного забезпечення радіоелектронної апаратури. Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2017. – 61 с.
19. Князева С. С., Основи розрахунку надійності РЕА Казань, 1979. [5]
20. Лазерно-праскова технологія [Електронний ресурс] — Режим доступу до статті : uk.wikipedia.org/wiki/Лазерно-праскова_технологія. [7]

Поз. компон.		Назва			Кільк.	Примітка			
BI		ІЧ діод A1156B			1				
BII		Автогенератор 2,4 ГГц			1				
		Конденсатори							
C1-C3,C19		Digikey 478-1039-1-ND 1000pF			4				
C4,C6		Digikey 495-2232-2-ND 4.7uF			2				
C5,C8		Maplin JL01B 220nF			2				
C7,C17		Digikey 311-1045-2-ND 10000pF			2				
C9,C11,C13-C14		Digikey 495-2238-2-ND 10uF			4				
C10,C18		Digikey 399-3054-2-ND 100uF			2				
C12,C15		Maplin YR75S 100 nF			2				
C16		Digikey 478-1027-2-ND			1				
C20		Digikey 478-1405-2-ND			1				
		Резистори							
R1,R9		P100KJCT			1				
R2-R3		311-120KLDK			2				
R4,R9		P10METR			2				
R5,R6		311-330KJT			2				
R7-R16		311-100KCT			6				
R11,R12		311-220KL TR			2				
R14,R18,R27		P10KYTR			3				
R17		3214G-104EDKR			1				
R19		311-120LTR			1				
R20		P1.0KYTR			1				
R21-R22		311-2.00MHDKR			2				
R23		311-200KLCT			1				
R24		311-3.0KJCT			1				
					МРП.171.081.005 ПЕ				
Змн.ю	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Перелік елементів гібридного датчика руху				
Виконав.		Михайленко							
Перевірів.		Михайлов							
Реценз.									
Н. Контр.		Чадюк.							
Затверд.		Писаренко Л.Д							
					Літ.		Арк.	Аркушів	КПІ ім. І. Сікорського, ФЕЛ, Гр. ДЕ-41

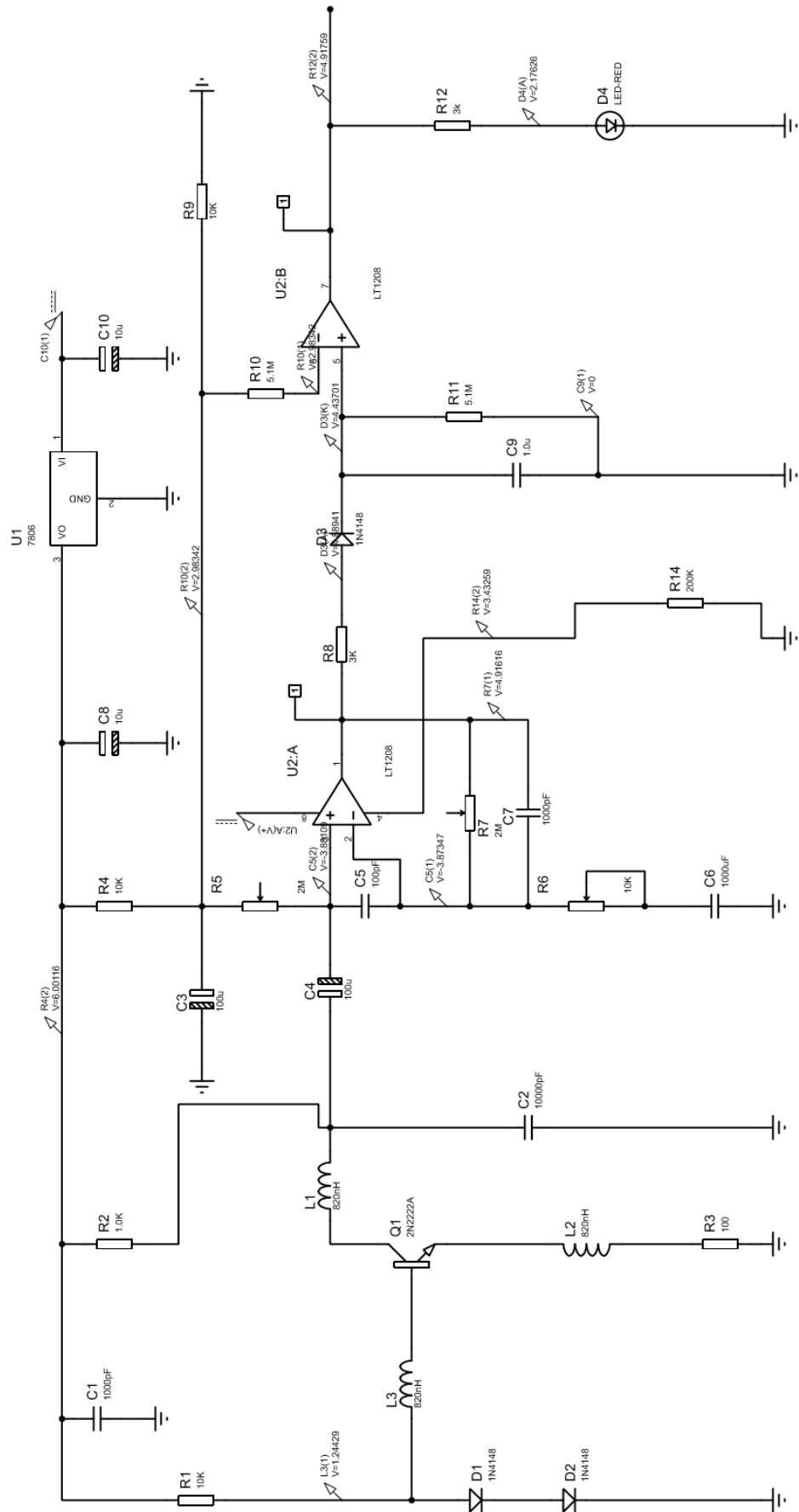
ДОДАТОК А



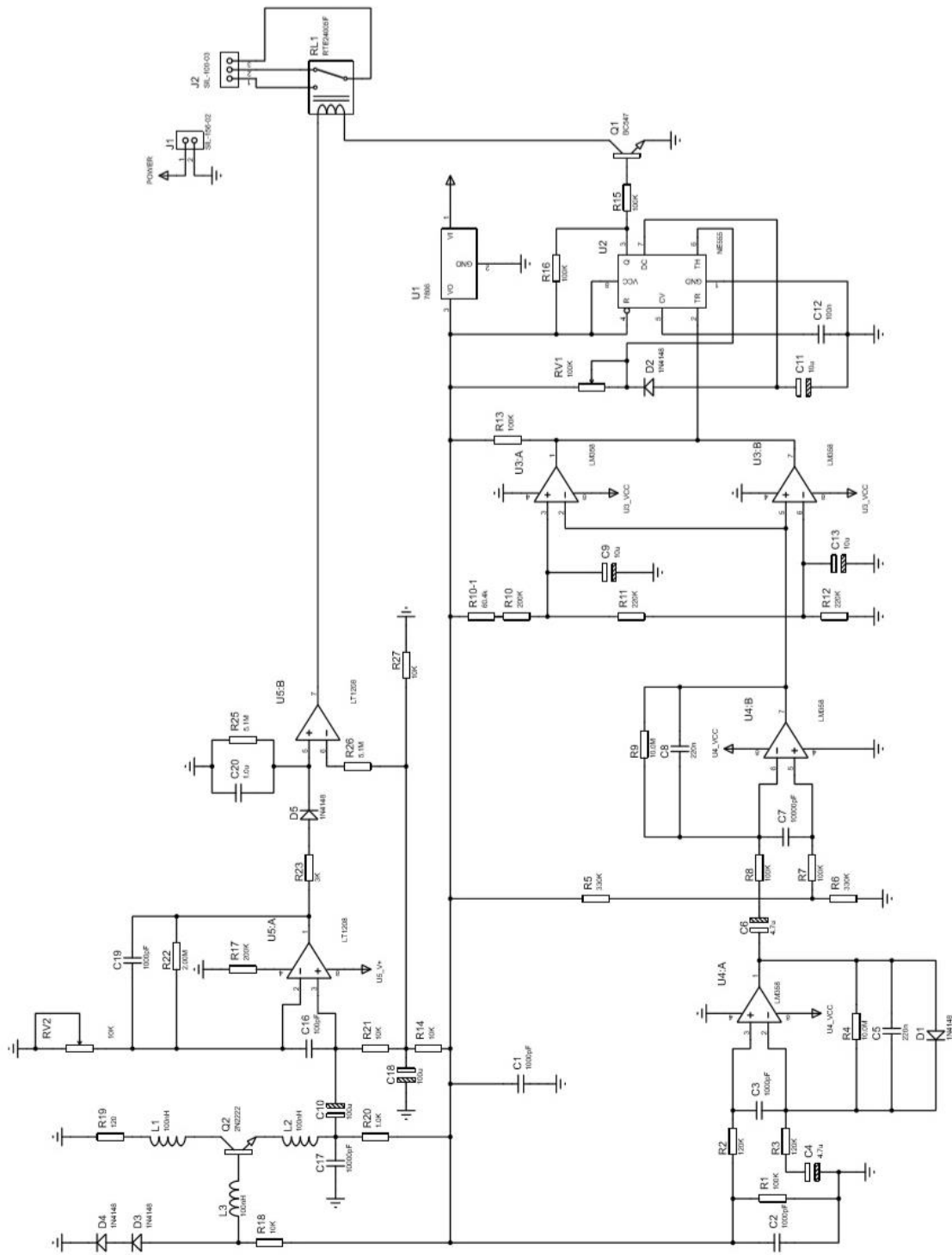
ДОДАТОК Б



ДОДАТОК В

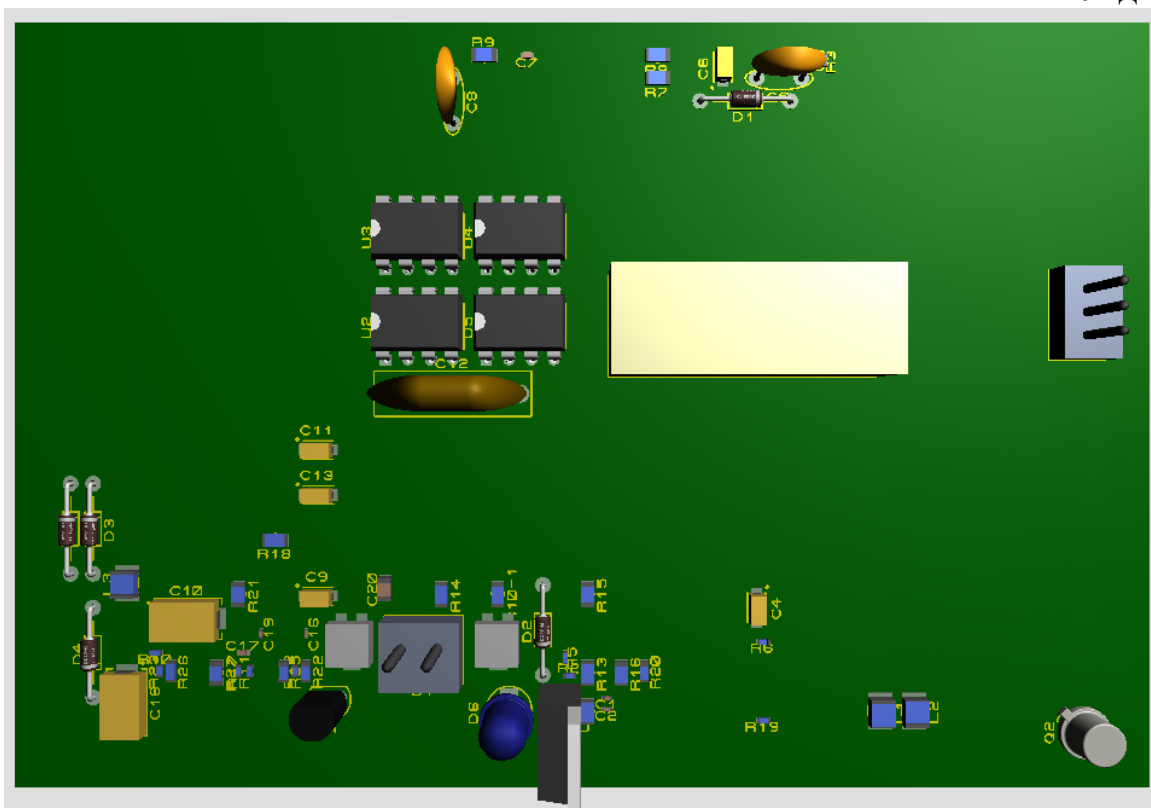


ДОДАТОК Г



ДОДАТОК Д

Вигляд зверху



Вигляд знизу

